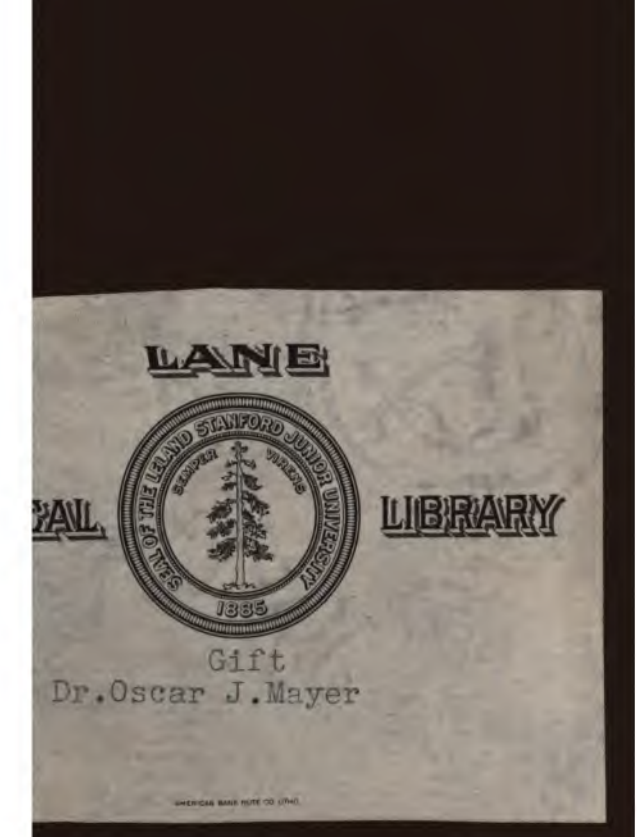
ABEL'S MEDICINISCHE LEHRBÜCHER

ELEKTROTHERAPIE

VON

PIERSON-SPERLING.

SECHSTE AUFLAGE.


LANE
CAL
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
SEMPER VIRENS
1885
LIBRARY
Gift
Dr.Oscar J.Mayer
AMERICAN BANK NOTE CO. LITHO.

Oscar J. Mayer.

Pierson-Sperling

Lehrbuch der Elektrotherapie

Sechste Auflage

bearbeitet von

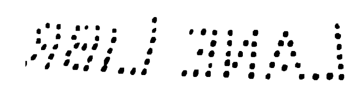
Dr. Arthur Sperling (Berlin)

Mit 89 Abbildungen



Leipzig
Verlag von Ambr. Abel (Arthur Meiner)
1893

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.



Vorwort zur fünften Auflage.

Das kleine Lehrbuch der Elektrotherapie von Pierson hat sich in seinen vier ersten Auflagen wegen seiner knappen und doch erschöpfenden Darstellung einen grossen Freundeskreis erworben und ist auch in mehrere fremde Sprachen, italienisch, spanisch und russisch, übersetzt worden.

Die Bearbeitung der nunmehr nothwendig gewordenen fünften Auflage konnte Herr Dr. Pierson wegen zu grosser Ueberlastung mit Berufsgeschäften nicht selber übernehmen und hat mich darum gebeten.

Herr Dr. Pierson hat mich damit vor eine nicht kleine Aufgabe gestellt: die letzte Auflage des Buches ist im Jahre 1884 bearbeitet worden. Seitdem haben sich so viele Neuerungen auf dem Gebiete der elektrischen Wissenschaft in der Medizin vollzogen, dass die Bearbeitung des alten Buches einer Neubearbeitung des ganzen Stoffes thatsächlich gleichkommen musste.

Mittlerweile sind auch von ersten Autoren des elektrotherapeutischen Faches so viele Lehrbücher herausgegeben, dass es gewagt erscheinen musste, mit jenen in Concurrenz zu treten.

Wenn ich mich trotzdem dieser schwierigen Aufgabe unterzogen habe, so war es vor allem der Reiz einer grossen Arbeit, der mich dazu bewog; es war auch die Erkenntniss, dass viele der heute gebrauchten Lehrbücher in dieser und jener Beziehung nicht genug das praktische Interesse vertreten; es war auch das angenehme Bewusstsein, selber ein Organ zu besitzen, in dem die eignen Erfahrungen niedergelegt werden können.

Vor allem ist das Buch für den praktischen Arzt geschrieben. Deshalb ist die Elektrotherapie als solche ganz besonders sorgfältig bearbeitet, und die Angaben über die bei jedem Krankheitsfall anzuwendenden Methoden, Stromdichten u. s. w. sind so präcise, dass sich jeder Arzt mit Leichtigkeit danach zurecht finden wird. Freilich wird eine besondere Forderung an ihn gestellt: Ausgehend von dem Standpunkt, dass jede Behandlung mit dem galvanischen Strom ohne das absolute Galvanometer als verwerflich zu betrachten ist, wird der Besitz eines solchen von ihm verlangt. Ohne absolutes Galvanometer ist das Buch nicht zu gebrauchen.

Meine Gründe für diese Massregel habe ich an verschiedenen Stellen (z. B. S. 77, S. 279, S. 369) auseinandergesetzt und hoffe, dass mir die Collegen bei weniger Misserfolgen und grösseren Erfolgen bei ihrer Elektrotherapie dafür danken werden.

Bei der in erster Linie praktischen Bestimmung dieses Buches ist der Zusammenhang der Praxis mit der Wissenschaft niemals ausser Acht gelassen; jedoch habe ich mich mit sorgfältiger Kritik bemüht, soviel wie möglich von wissenschaftlichem Beiwerk, das gar keine Beziehung zur Praxis hat, zu streichen.

Für den Studenten, der in der Elektrotherapie die ersten Studien machen will, ist das Buch ebenfalls berechnet. Aus diesem Grunde haben die physikalischen Grund-Begriffe und Gesetze (Propädeutik), die ja den Zöglingen unserer humanistischen Gymnasien leider meistens fehlen, eine eingehende Schilderung erfahren; aber auch hierbei ist der Standpunkt gewahrt, dass nur das für die praktische Anwendung der Elektricität wichtige in das Buch aufgenommen ist.

Die durchaus nicht zu vermeidende erhebliche Vergrösserung des Umfanges des Buches, von 264 auf 342 Textseiten, ist der ausführlichen Darstellung der Franklinotherapie, einschliesslich deren physikalischen Grundlagen, zuzuschreiben. Ist man auch über den Werth derselben noch nicht allseitig einig, — jedenfalls wird sie schon viel geübt, und die betreffenden Abschnitte darüber werden allen denen

erwünscht sein, welche bestrebt sind, mit den Fortschritten anderer gleichen Schritt zu halten.

Die Messung des faradischen Stromes wird nach wie vor mit dem Rollenabstand der secundären von der primären Rolle vorgenommen. Inwieweit sich Edelmann's absolut geaichter Inductions-Apparat (Faradimeter) (Elektrotechnik für Aerzte. München 1890) in der Praxis bewähren wird, das muss die Zeit lehren.

Einen grossen Aufschwung hat die Elektrotherapie in der Gynäkologie gewonnen. Das darüber handelnde Capitel beansprucht indessen nicht den Werth einer erschöpfenden Darstellung, sondern verfolgt nur den Zweck, den Leser von den Hauptsachen zu unterrichten, ihn dafür zu interessiren und ihm zu eigner Arbeit die Litteratur an die Hand zu geben.

In ähnlicher Weise sind die Augen- und Ohrenkrankheiten behandelt. Die Indifferenz der Specialisten gegen die Elektrotherapie in diesen Fächern ist sehr bedauerlich. Wenn sie sich nur dazu entschliessen könnten, sich ein absolutes Galvanometer anzuschaffen! Dann würden sie auch gezwungen sein, mehr von der Elektrotherapie in ihren Fächern zu halten, als von dem ewigen und sinnlosen Jodkali!

Herrn Dr. Pierson bin ich zu aufrichtigstem und herzlichstem Dank verpflichtet für die Anregung zu dieser Arbeit. Ich bin ihm auch dankbar für die absolute Selbständigkeit, die er mir dafür garantirt hat; die Freudigkeit am Schaffen und die Einheitlichkeit der Darstellung konnten dadurch nur gewinnen. In der Ueberzeugung, dass Herr Dr. Pierson ebenso grosses Interesse hat an dem Wachsen seiner Saat, wie ich selber, wünschte ich, ihm meinen Dank dadurch abstatten zu können, dass diese fünfte Auflage von massgebenden Kreisen den frühern gleichwerthig an die Seite gestellt wird!

Berlin, im Juni 1890.

Dr. Sperling.

Vorwort zur sechsten Auflage.

Die Elektricität gewinnt in der Technik und Industrie von Tag zu Tag mehr Bedeutung.

Das Problem der elektrischen Kraftübertragung auf viele Hunderte von Kilometern ist eben gelöst, und tausend intelligente Köpfe denken darüber nach, wie sie die von der Natur gelieferten Kräfte des Windes und des Wassers in Elektricität umsetzen können. Man erwägt allen Ernstes, wie man die Kraft des Niagara-Falles für die Beleuchtung von New-York verwerthen könnte, man ist nahe daran, die jetzt noch dem elektrischen Licht anhaftenden Störungen durch Einschaltung von Accumulatoren-Batterieen vollkommen zu beseitigen; selbst gegen die allgewaltige Kraft des Dampfes hat man den Kampf aufzunehmen gewagt, der sich jetzt schon zum Theil zu Gunsten der Elektricität entschieden hat. —

Mit gleichem Eifer arbeitet die wissenschaftliche Physik und Chemie an dem Ausbau der Elektricitätslehre, und wenn die Wissenschaft auch nicht wie Technik und Industrie goldne Lorbeeren erntet, so sind dieselben doch nicht minder ehrenvoll. Vor wenigen Jahren hat ein deutscher Forscher durch genial angelegte Experimente bestätigt, dass Faraday mit seiner Theorie der Elektricität und Maxwell mit deren mathematischer Begründung Recht gehabt haben. Die Erkenntniss, dass jede elektrische Erscheinung eine Bewegung des Aethers ist, ebenso wie Wärme und Licht, ist für die Physiker und Chemiker der Anstoss gewesen zu neuen Ideen, zu neuen Forschungen. Alles gährt dort bei ihnen, und die Tragweite jenes Ereignisses lässt sich noch gar nicht absehen.

Auf medicinischem Gebiet ist der Fortschritt in der

Elektricitätslehre soweit gediehen, dass etwa ein halbes Dutzend von ärztlich gebildeten Forschern in Deutschland, Oesterreich, der Schweiz, Italien u. s. w. zusammen das absolute Maasssystem zu gebrauchen versteht und mit dieser Hilfe wissenschaftliche Arbeiten ausführt!

Der „Mediciner" von heute ist in keiner Weise für solche Arbeiten vorgebildet, und der Physiologe unterstützt nicht die Bestrebungen der ärztlichen Wissenschaft, praktische, auf den Menschen anzuwendende Resultate zu Tage zu fördern, da er zuviel an Hunden und Fröschen, zu wenig am Menschen experimentirt.

Man könnte einwenden, dass die Physiologie von dem Studium der elektrischen Vorgänge für ihre eignen Zwecke und für die der Medicin wenig erwartet. – Aber die rege Arbeit auf diesem Gebiete seit vielen Jahren spricht dagegen. Es ist staunenswerth sogar, welche Fülle der Litteratur sich in diesem speciellen Specialfache aufhäuft; aber vergebens wird man nach einer einzigen Arbeit suchen, welche die Verhältnisse, unter denen es uns gestattet ist, die Elektricität beim Menschen anzuwenden, nachahmt!

Dies ist der Grund, weshalb der Elektrotherapeut auch heute noch immer darauf angewiesen ist, sich in dem Ruhm von Duchenne und Robert Remak zu sonnen. Zwar ist die EaR mittlerweile entdeckt worden, die Widerstandsverhältnisse der Haut sind einigermassen klar gelegt worden, durch den Franklinschen Strom sind die elektrischen Hilfsmittel bereichert worden, das absolute Galvanometer hat soweit in die Praxis Eingang gefunden, dass man wohl mit Sicherheit behaupten kann, es wird von zwei bis drei Dutzend Aerzten in Deutschland keine Galvanisation mehr ohne dasselbe vorgenommen.

Das sind unsere Fortschritte!

Jedoch — man könnte zufrieden sein, wenn diese wenn auch nur winzigen Fortschritte in den Kreis der praktischen Aerzte Eingang gefunden hätten — keineswegs!

Den praktischen Arzt haben die Lehren der Universität noch nicht davon zu überzeugen vermocht, dass der elektrische Strom ein differentes Etwas ist, das ebenso dosirt werden muss wie Morphium und Digitalis. Ein absolutes Galvano-

meter gehört noch lange nicht zu seinem Requisit; er arbeitet genau mit denselben Apparaten wie Duchenne und Remak vor 40 und 50 Jahren!

Und dies zu Ende des neunzehnten Jahrhunderts! Der Arzt behauptet heutzutage nach berühmten Mustern, dass er nicht an die Wirkung der Elektricität glaubt; er wendet sie an entweder als ultimum refugium oder, wenn es von den Patienten durchaus verlangt wird; und hat er einmal damit einen Erfolg, so sagt er vornehm: „das ist Suggestion."

Indem er mit diesem Schlagwort jenen falschen Aposteln nachbetet, welche mit Vornehmthuerei den therapeutischen Nihilismus ausposaunen und selber therapeutischen Hokuspokus treiben, wird er zum Schleppträger von denen, die selber nur zu gut wissen, dass sie ihre Unwissenheit und Unfähigkeit mit dem Mantel des therapeutischen Skepticismus und Nihilismus verhüllen. Jene Anführer im Missbrauch dieses Modewortes kennen weder die Elektricität noch die Suggestion — das ist das charakteristische an ihnen.

Man hört vielfach sagen, dass Duchenne und Remak mit ihren einfachen Mitteln vortreffliche therapeutische Erfolge erzielt hätten. Wozu also die neuen theuern Apparate und insbesondere das kostspielige Galvanometer? Wozu denn Messglas und Waage für Medikamente? — frage ich weiter. Die Elektricität hat mit dem Morphium die Eigenschaft gemein, in zweckmässiger Dosis zu nützen, in zu starker zu schaden, in höchster zu tödten!

Sehr häufig hört man auch aus einem halben Dutzend erfolglos angewandter Elektrisationen den Schluss ziehen, dass die Elektricität überhaupt keinen therapeutischen Werth hat. Solche vorschnelle Urtheile sind heutzutage in der Medicin an der Tagesordnung; die Unwissendsten und Ungründlichsten sind damit am schnellsten bei der Hand. Die Methode, erst nach gründlicher Prüfung einer Sache, nach längerem hingebendem Studium ein Urtheil zu bilden und auszusprechen, wird immer seltener in dieser geschäftigen Zeit, und die Selbstkritik, die zur Vorsicht mahnen sollte und zu der Einsicht bringen, dass häufig in den eignen Beobachtungen, Versuchsanordnungen, Schlüssen, der Fehler liegt, ist vorläufig bei Seite gestellt.

Was Duchenne und Remak zu so grossen Erfolgen verholfen, das war die Vertiefung, die selbstlose Hingabe an das Studium ihres Lieblingsfaches, die minutiöse Beobachtung und schliesslich die geniale Schlussfolgerung und die Nutzanwendung des Gesehenen. Und trotz ihrer Vorarbeiten — ein jeder, der es zu etwas tüchtigem in der Elektrotherapie bringen will, darf an Fleiss und Ausdauer jenen nicht nachstehen.

Dabei spreche ich freilich nicht von jenem rohen Elektrisiren, das nur als „Suggestion" dienen soll, nicht von der faradischen Bürste, die ungezogenen Hysterischen vor den ärztlichen Heilmitteln Angst machen soll, nicht von jenen elektrischen Proceduren, die so schablonenhaft ausgeführt werden, dass der Arzt sie glaubt dem Patienten selbst oder gar einem Diener oder Krankenwärter überlassen zu dürfen.

Der Arzt soll selber elektrisiren, und zwar erst dann, wenn er sich mit den individuellen Verhältnissen des Falles ganz genau vertraut gemacht hat, nachdem er Schmerzdruckpunkte, Schwielen, Anschwellungen in den dem Tastgefühl zugänglichen Organen, denen der Elektrotherapeut grosse Wichtigkeit beizumessen berechtigt ist, aufgesucht hat. Ausserdem soll er den Patienten nach der subjectiven Wirkung des Stromes befragen, soll ihn eventuell bei der Auswahl des Stromes zu Rathe ziehen, wenn jener intelligent ist und unter einer längeren elektrischen Behandlung mit verschiedenen Stromesarten eine gewisse Erfahrung gesammelt hat. Der menschliche Organismus ist ein sehr feines Reagens auf den elektrischen Strom, aber ein jeder Organismus reagirt darauf nach seiner Individualität.

Die Individualität des Kranken und die Individualität der Krankheit, diese beiden Factoren sind stets bei jedem elektrotherapeutischen Eingriff zu berücksichtigen; nach ihnen muss sich die Wahl der Ansatzpunkte für die Elektroden richten, ebenso die Stromstärke, die Sitzungsdauer, die Häufigkeit der Wiederholung der Sitzungen.

Zu diesem Zweck ist das absolute Galvanometer absolut unentbehrlich. Um das Arbeiten damit zu illustriren, habe ich dieser Auflage eine Reihe von Kranken-Beobachtungen beigefügt, in welchen auf die Schilderung

des Ganges und der Art der Behandlung besondrer Werth gelegt worden ist. Ich hoffe, dass diese Casuistik lehrreich ist und gern gelesen werden wird. Ueberhaupt halte ich das Studium guter Krankengeschichten besonders auch in der Elektrotherapie für nutzbringend und empfehle schon an dieser Stelle das kleine Werk von C. W. Müller-Wiesbaden: Beiträge zur praktischen Elektrotherapie (I. F. Bergmann, Wiesbaden 1891), sowie meine „Elektrotherapeutische Studien" (L. Fernau, Leipzig 1892).

In den meisten der Krankengeschichten wird man geringere Stromstärken verwendet finden, als sie im Text des Buches angegeben und empfohlen worden sind. Die Begründung der therapeutischen Bedeutung derselben habe ich in den eben genannten „Elektrotherapeutischen Studien" gegeben. Und wenn ich mich persönlich auch ausschliesslich dieser minimalen Ströme bei der Behandlung der sogen. Nervenkranken bediene, so habe ich doch Anstand genommen, schon jetzt die alten Regeln der letzten Auflage zu Gunsten der eben entdeckten neuen Thatsachen umzuwerfen.

Besonders bemerkenswerthe Aenderungen bezw. Zusätze wird der Leser finden in den Abschnitten über die Theorie der Elektricität, über die absoluten Masse, die Leitungswiderstände der Haut, über die Condensatoren und Accumulatoren, über die Messung des faradischen Stromes nach absolutem Mass u. s. w.

Die Elektrotherapie in den Specialfächern (Augen-, Ohren-, Frauenkrankheiten) ist diesmal nicht weiter fortgeführt worden, jedoch bei jedem derselben die Angaben der neuesten Litteratur beigefügt worden, so dass sich der Leser bald über die gemachten Fortschritte unterrichten kann.

Die letzte Auflage hat sich im Verlaufe verhältnismässig kurzer Zeit einen grossen Freundeskreis erworben — trotz der unerbittlichen Forderungen, die das Buch an eine gediegene Elektrotherapie gestellt hat. Dieselben haben sich als zweckmässig erwiesen und sind auch diesmal überall hervorgehoben und betont worden.

Berlin, im April 1893.

Dr. Arthur Sperling.

Inhaltsverzeichniss.

I. Historisches. Physikalisches. Instrumente.

A. Der Franklin'sche Strom.

B. Der galvanische und faradische Strom.

II. Elektrodiagnostik.

III. Allgemeine Elektrotherapie.

IV. Specielle Elektrotherapie.

(Elektrotherapie der einzelnen Krankheiten.)

I. Historisches. Physikalisches. Instrumente.

A. Der Franklin'sche Strom.

Historisches.

Der Fleiss vieler Jahrhunderte hat dazu gehört, um die Lehre von der Reibungs- und Influenz-Elektricität bis zu dem Standpunkt von heute zu fördern. Eine Reihe von Namen hat durch die Forschung auf diesem Gebiete Berühmtheit erlangt.

Wenn wir der geschichtlichen Ueberlieferung glauben dürfen, dass schon Thales von Milet um's Jahr 640 v. Chr. eine elektrische Erscheinung, die anziehende Kraft des geriebenen Bernsteins, gekannt hat, und wenn späterhin Theophrastus von Lesbos (370 v. Chr.) und Plinius etwas ähnliches von einem Lynkurion genannten Mineral und vom Turmalin berichtet haben, so ist es wunderbar, dass weder im späteren Alterthum noch im Mittelalter eine neue Entdeckung auf diesem Gebiete zu verzeichnen ist.

Erst von Gilbert (1540—1603), Leibarzt der Königin Elisabeth und Jacobs I. von England, wurde die Kenntniss derjenigen Körper, welche durch reiben elektrisch werden, erweitert. Aber noch immer harrte die zweitwichtigste elektrische Erscheinung ihrer Entdeckung: die elektrische Abstossung (Repulsion).

Wenn man von Thales von Milet an rechnet, so waren $22^1/_2$ Jahrhunderte nach Beobachtung der elektrischen Anziehung dahingegangen, als Otto von Guericke in Magdeburg, der Erfinder der Luftpumpe, um das

Jahr 1663 entdeckte, dass der ursprünglichen Anziehung von kleinen unelektrischen Körpern durch elektrische eine Abstossung folgt. Er construirte auch die erste Elektrisirmaschine aus einer durch eine Kurbel drehbaren Schwefelkugel; als Reibzeug benutzte er die trockenen erwärmten Hände und bekam dabei unter knisterndem Geräusch lebhafte Funken.

Guericke, nnd mit ihm zugleich der Amerikaner Wall, machten auch die Beobachtung, dass die Elektricität eines elektrisch gemachten Körpers durch Berührung auf einen nichtelektrischen übergehen kann (Elektrisierung durch Mittheilung), und dass Metalldrähte und Hanfseile im Stande sind, die Elektricität auf gewisse Entfernungen fortzuleiten (elektrische Leitung).

Einen weiteren grossen Fortschritt verdankt die Wissenschaft Hawksbee (1709), welcher die Eigenschaft des Glases, durch Reibung elektrisch zu werden, erkannte und infolge dessen Guericke's Schwefelkugel zuerst durch eine Glaskugel, späterhin durch einen Glascylinder ersetzte.

Aber von grösserer Wichtigkeit ist noch die weitere Entdeckung, dass ein elektrischer Körper einen unelektrischen nicht allein durch Berührung (Mittheilung) elektrisch macht, sondern dass dazu die blosse Annäherung des ersteren an den letzteren genügt, eine Erscheinung, die unter dem Namen der elektrischen Induction bezw. der elektrischen Influenz in der Elektricitätslehre eine grosse Rolle spielt.

Hawksbee war auch der Entdecker der elektrischen Lichterscheinungen im luftverdünnten Raume.

In der unmittelbar darauf folgenden Zeit geschah die Trennung von Leitern und Nichtleitern durch Stefan Gray (1720), welcher Metall als guten, Kork, Papier und Elfenbein als halbgute (Halbleiter), und Seide und Harz als schlechte Leiter der Elektricität erkannte. Damit war auch in Gestalt eines Harzkuchens der Isolirschemel erfunden (1732). Die Möglichkeit der Elektrisirung eines Menschen wurde von demselben Forscher dargethan und die Ansammlung der Elektricität an der Oberfläche der Körper nach-

gewiesen, als er einen hohlen Eichenholzwürfel ebenso stark elektrisch fand, wie einen anderen massiven, welchen beiden gleiche Ladung mitgetheilt war.

Die Grunderscheinungen der Elektricität konnten als entdeckt gelten, nachdem Dufay (ca. 1737) den Unterschied der Glas- und der Harzelektricität nachgewiesen hatte. Von demselben Forscher rühren auch die ersten Versuche her, welche für die Construction von Elektricitätserkennern und Elektricitätsmessern (Elektroskope und Elktrometer) massgebend geworden sind.

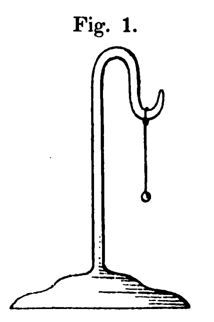
Natürlich richtet sich das Streben nunmehr auf Erschliessung besserer Elektricitätsquellen. Zufall sowohl wie geniale inductive Forschung haben das ihrige zur Förderung der Sache gethan. In zweiter Reihe wurde viel Mühe und Erfindungsgeist daran gesetzt, brauchbare Messinstrumente zu construiren.

Bevor jedoch zur Schilderung dieser Apparate übergegangen wird, dürfte es zweckmässig sein, das Verstehen derselben durch einige elektrische Grundversuche zu erleichtern und die ihrer Construction zu Grunde liegenden Principien an einfacheren Instrumenten kennen zu lernen.

Elektrische Grundversuche.

Wie schon in den historischen Bemerkungen angedeutet, ist es eine Eigenthümlichkeit elektrischer Körper, nichtelektrische anzuziehen. Reibt man also eine polirte Glasstange mit Flanell, so zieht dieselbe einen dünnen Papierstreifen, der in ihre Nähe gebracht ist, bis zur Berührung an (elektrische Anziehung). Eine kurze Weile wird derselbe angezogen gehalten, bis er schliesslich mehr oder weniger kräftig von der Glasstange abgestossen wird (elektrische Abstossung, Repulsion). (Dufay.)

Fig. 1.



Elektrisches Pendel.

Denselben Versuch kann man an dem sogenannten elektrischen Pendel wiederholen, welches aus einem oben hakenförmig nach unten gebogenen Glas-

fuss besteht, an welchem an einem Leinenfaden, einem Halbleiter, ein Kügelchen aus Hollundermark, einem sehr leichten Halbleiter, aufgehängt ist. Theilt man diesem Kügelchen durch eine geriebene Glasstange Elektricität mit, so wird es zuerst angezogen, dann abgestossen.

Nähert man dem in der Lage der Abstossung befindlichen Kügelchen eine mit Flanell geriebene Harzstange (oder Hartgummi, Ebonit), so bemerkt man durch letztere eine kräftige Anziehung, späterhin auch wieder eine Abstossung. Schon Dufay schloss daraus auf eine Ungleichartigkeit der Harzelektricität und der Glaselektricität und fasste die Grunderscheinungen der elektrischen Anziehung und Abstossung in den auch heute noch giltigen Sätzen zusammen:

1) Elektrische Körper ziehen alle nichtelektrischen an,
2) Gleichartig elektrische Körper stossen sich ab,
3) Ungleichartig elektrische Körper ziehen einander an.

Der zweite Satz wird vielleicht noch eindringlicher bewiesen durch einen weiteren Versuch am elektrischen Pendel, wenn man ein zweites am Leinenfaden hängendes Kügelchen an dem gleichen Haken in derselben Höhe wie das erstere anknüpft. Berührt man eines der Kügelchen mit einer geriebene Glasstange, so stossen beide einander ab, weil sie Glaselektricität empfangen haben. Berührt man eines ableitend mit dem Finger (der menschliche Körper ist als guter Leiter zu betrachten), so fahren sie zusammen. Dasselbe geschieht bei Berührung mit einer geriebenen Harzstange, nur mit dem Unterschiede, dass der Ruhelage bald wieder eine gegenseitige Abstossung folgt.

Die Erklärung des letzteren Vorganges, durch welche auch ein Verständniss der früher angeführten Versuche bedingt sein wird, ist kurz folgende: Zuerst haben durch Mittheilung beide Kügelchen Glaselektricität empfangen, die sich von dem berührten Kügelchen theils direct, theils indirect durch den Faden auf das andere fortgeleitet hatte; sie weichen daher auseinander; durch den ableitenden Finger wird ihnen Elektricität entzogen, und sie fallen unelektrisch in die Ruhelage zurück. Durch die geriebene Harzstange, welche eines der im Zustand der Abstossung befindlichen Kügelchen berührt, wird dessen Glaselektricität zuerst neu-

tralisiert, desgleichen auf dem Wege durch den Faden die des zweiten, und beide fallen unelektrisch zusammen. Nachdem aber die Neutralisirung durch die Harzelektricität vollendet, beginnen beide Kügelchen wiederum die letztere anzunehmen, und nachdem sie mit derselben geladen, erfahren sie sowohl untereinander, wie auch von Seiten der Harzstange, eine Abstossung, welche unter den gleichen Verhältnissen so lange anhält, bis durch Abgabe von Elektricität an die umgebende Luft alle drei Körper in den nichtelektrischen Zustand zurückgeführt sind.

Das in vieler Beziehung entgegengesetzte, einander ausgleichende Verhalten von Glas- und Harzelektricität hat dazu geführt, die erstere als postive, die letztere als negative Elektricität (—E) zu bezeichnen; und es soll daher auch im Folgenden das Zeichen „+E" Glaselektricität, „—E" Harzelektricität bedeuten.

Indessen ist gleich hier zu bemerken, dass keineswegs die +E an das Glas und die —E an das Harz specifisch gebunden ist, denn eine matt geschliffene Glasstange mit Flanell gerieben nimmt —E an (Canton 1735), eine polirte dagegen +E.

Alle Leiter und Halbleiter sind unter geeigneten Bedingungen im Stande, sowohl +E, wie —E anzunehmen.

Bei der Reibung entstehen stets beide Elektricitätsqualitäten: die eine im geriebenen Körper, die andere im Reibzeug, beispielsweise bekommt die mit Flanell geriebene Harzstange —E, der Flanell dagegen +E (Canton).

An die grundlegenden Versuche mit der elektrischen Mittheilung reihen sich die der elektrischen Influenz.

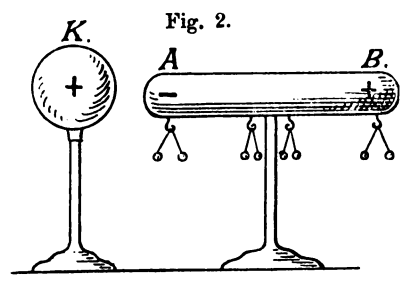
Einer auf einem Glassfuss ruhenden Metallkugel K ist durch eine geriebene Glasstange +E mitgetheilt (Fig. 2). In einiger Entfernung von ihr steht ein auf gläsernem Fuss ruhender Metallcylinder mit den Polen A und B. An vier kleinen Messinghaken, von denen je zwei ganz nahe A und B, die beiden anderen beiderseits in nächster Nähe der Mitte angebracht sind, hängt an Leinenfäden je ein Paar Hollundermarkkügelchen. Sobald K dem Pol A genähert wird, sieht man an beiden Enden die Kugelpaare stark, in der Mitte weniger oder gar nicht divergiren, und zwar findet

man durch Prüfung mit einer geriebenen Harz- oder Glasstange, dass $A-$, $B+$ elektrisch geworden, während in der Mitte weniger oder gar keine Elektricität nachzuweisen ist.

Die gläsernen Füsse haben als Nicht-Leiter den Zweck, Kugel und Cylinder von dem leitenden Erdboden zu trennen; sie dienen als Isolatoren. Zu gleichem Zweck wird ausser Harz und Schellack besonders Ebonit (Hartgummi) verwandt.

Der Vorgang, welcher sich im Cylinder AB abgespielt hat, ist ausgelöst durch die von K auf AB ausgeübte elektrische Energie, wodurch eine Influenz in AB stattgehabt hat, welche als Trennung und gesetzmässige Vertheilung der beiden in AB ursprünglich gemischt vorhandenen Elektricitätsqualitäten aufzufassen ist. Ein nichtelektrischer Körper ist demnach als ein solcher anzusehen, in dem +E und —E innerhalb jedes einzelnen Moleküls mehr oder weniger fest einander fesseln (Polarisation der Moleküle); diese Fessel wird bei der elektrischen Mittheilung dadurch gelöst, dass die überschüssige, beispielsweise +E des elektrischen Körpers die latente —E des unelektrischen Körpers neutralisirt und sich mit der übrig bleibenden +E verbindet, während bei der Influenz die Polarisation der Moleküle in eine Polarisation des Körpers verwandelt wird.

Fig. 2.



Zwei Conductoren zur Demonstration des Vorganges der Influenz.

Werfen wir noch einmal einen Blick auf Fig. 2. Nähert man bei der angezeichneten Vertheilung der Elektricität den Finger dem Pol B, so werden die daran hängenden Kügelchen zuerst zusammenfahren, weil die freie +E desselben durch don Finger abgeleitet worden ist; späterhin weichen sie wieder ein wenig auseinander, weil sich —E über den ganzen

Körper AB verbreitet hat. Dieselbe bleibt nun auch in AB, wenn man K entfernt: die gebundene Elektricität ist in freie Elektricität übergeführt worden.

Im Gegensatz dazu ist es nicht möglich, die —E des Poles A ebenfalls abzuleiten; dieselbe ist durch die +E von K gebunden.

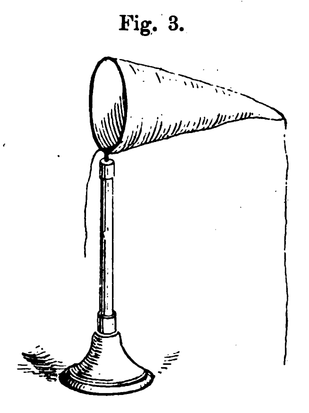
Schiebt man zwischen K und A, ohne diesen Körper zu berühren, eine isolirte Metallplatte oder eine Glasplatte, so vergrössert sich die Influenzwirkung (elektrische Schirmwirkung; elektrische Mittel; Dielektrica).

Die Oberflächenspannung.

Ladet man eine isolirte massive Messingkugel mit +E und stülpt von beiden Seiten über dieselbe zwei hohle, auf jene passende Halbkugeln, welche durch Glasgriffe isolirt sind, um sie alsbald wieder zu entfernen, so findet man auf der massiven Kugel keine Spur von Elektricität mehr. Die ganze elektrische Ladung ist auf die beiden Hohlkugeln übergegangen (Faraday).

Die statische Elektricität (ruhende, im Gegensatz zur strömenden dynamischen) hat die besondere Eigenschaft, sich auf der Oberfläche der Körper anzusammeln, so lange sie sich im Ruhestand befindet; wird sie aus diesem herausgebracht und zur strömenden gemacht, so folgt sie anderen Gesetzen.

Fig. 3.



Elektrischer Beutel (Faraday).

Demgemäss wird eine elektrisch gemachte Hohlkugel, welche durch eine Seitenöffnung eine Prüfung der inneren Fläche mit einem mit dem Elektroskop in Verbindung zu setzenden Probescheibchen aus Hollundermark, Ebonit oder Metall ermöglicht, hier keine Elektricität zeigen, wohl aber an der ganzen Aussenfläche. Faraday veranschau-

lichte dieses verhalten sehr schön durch einen elektrisch gemachten leinenen Beutel (Fig. 3), dessen freier Rand durch einen isolierten Metallring eingefasst war und bei dem durch Seidenfäden, die an der Spitze befestigt, bald diese, bald jene Fläche zur Aussenseite gemacht werden konnte, wenn man den Beutel nach rechts oder links durch den Ring hindurchzog. In beiden Fällen zeigte nur die Aussenseite ein elektrisches Verhalten, keine Spur die jeweilige Innenfläche.

An der Oberfläche angesammelt, hat die Elektricität das Bestreben, in die Umgebung überzugehen; sie befindet sich dann gewissermassen in einer latenten Activität, in einem stets zur Selbstentfesselung geneigten Zustand, welchen man mit dem Namen der elektrischen Spannung bezeichnet. Von diesem Verhalten rührt auch der Name Spannungselektricität her.

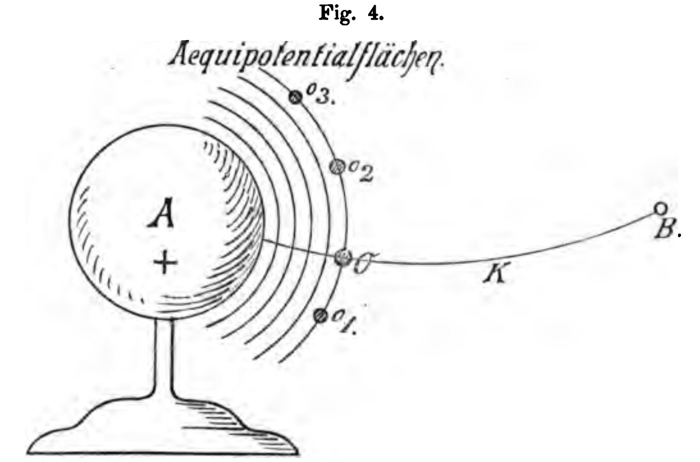
Die elektrische Spannung hängt ab von der Concentration des elektrischen Fluidums, wenn wir diesen Ausdruck gebrauchen wollen; unter Concentration verstehen wir die Zusammendrängung einer möglichst grossen Menge auf einen möglichst kleinen Raum. Uebertragen wir das auf unsere Verhältnisse, so finden wir die Spannung abhängig von dem Verhältniss der Elektricitätsmenge zur Einheit der Oberfläche, welche wir mit dem Namen der elektrischen Dichte bezeichnen. Genauer ausgedrückt ist die Spannung dem Quadrat der elektrischen Dichte direct proportional.

Die Vertheilung der Spannung in geladenen Körpern folgt ganz bestimmen Gesetzen, die von Coulomb mittels Probescheibchen und Elektrometer (der Coulomb'schen Drehwaage) festgestellt worden sind. Danach hat eine ilolirte geladene Kugel auf allen Theilen ihrer Oberfläche gleich grosse Spannung, unter gleichen Umständen ein Ellipsoid und ein Cylinder grössere Spannung an beiden Enden, und die relativ grösste Spannung besitzen die Körper an auslaufenden Spitzen. Daher erklärt sich auch die grosse Neigung der hochgespannten Elektricität, aus Spitzen in das umgebende Medium (Luft u. s. w.) auszuströmen, ebenso wohl wie die Vorliebe, in solche überzugehen — eine hoch-

wichtige Thatsache, die Franklin bei seiner epochemachenden Erfindung des Blitzableiters verwerthete und die bei der Construktion vieler elektrischer Apparate praktisch verwandt worden ist.

Die von englischen Elektrikern (Maxwell, Thomson u. A.) eingeführte Bezeichnung Spannung ist nicht allgemein

Fig. 4.



Zur Demonstration der Oberflächenspannung und der Aequipotentialflächen (nach Wallentin).

adoptirt worden. Mehr gebräuchlich ist in der Literatur das Wort „Potential", welches sich freilich nur bei einigen Schriftstellern vollkommen mit dem Begriff der „Spannung" deckt.

Einer mit +E geladenen Kugel *A* (Fig. 4) wird ein ebenfalls mit +E geladener kleinerer Körper *B* auf gewisse Entfernung bis zum Punkte *O* genähert. Die Folge davon ist eine Abstossung von *B*, welche sich bis ins unendliche fortsetzen würde, wenn nicht Widerstände in Gestalt der Schwere, Reibung u. s. w. hindernd im Wege ständen. Diese Abstossung geschieht mit einer gewissen Kraft, es gehört dazu eine Arbeit, welche unter sonst gleichen Verhältnissen auch wird aufgewendet werden müssen, wenn

B von der Unendlichkeit bis zum Punkte *O* an *A* herangerückt werden soll. Hat nun *B* die ganz bestimmte Grösse einer Elektricitätseinheit, d. h. einer Elektricitätsmenge, welche im Stande ist, der Masse eines Grammes in einer Sekunde die Geschwindigkeit von 1 cm zu ertheilen, so bezeichnet man mit Potential des elektrischen Körpers *A* im Punkte *O* jene Arbeitsmenge, welche *B*, die Elektricitätseinheit, entgegen den Kräften, welche von *A* auf *B* wirken, nach dem Punkte *O* hinzubewegen im Stande ist (Wallentin).

Das elektrische Potential von *A* ist grösser oder kleiner gegenüber *B*, je nachdem man einen *A* näher oder entfernter liegenden Punkt in's Auge fasst; dasselbe wächst mit der Annäherung ununterbrochen, bis es schliesslich in unmittelbarer Nähe von *A* den höchsten Wert erreicht. Es ist leicht einzusehen, dass es im Bereich von *A* eine grosse Menge von Punkten geben wird, in welchen *A* das gleiche Potential hat. Eine durch diese gelegt gedachte Ebene wird Aequipotentialfläche genannt. Für eine Kugel werden alle concentrisch zu ihr liegende Hohlkugelflächen Aequipotentialflächen bilden.

In dem angenommenen Falle wird *B* bei der Wanderung nach *A* hin eine Aequipotentialfläche nach der anderen passiren. Die Linie, auf welcher dies geschieht, wird Kraftlinie genannt und der Unterschied des Potentials von *A* in je zwei Punkten der Kraftlinie Potentialgefälle oder Potentialdifferenz.

Spricht man von dem Potential **eines** Körpers, so ist damit stillschweigend die Potentialdifferenz desselben und der Erdoberfläche, welche als Ausgangspunkt dient und als Null angenommen wird, gemeint (Zenger).

Gerade so sprechen wir von der Höhe eines Gegenstandes, verstehen darunter aber den Unterschied der Höhe desselben und der Höhe der Erdoberfläche, deren Höhe also gleich Null gesetzt wird (Zenger).

Nimmt man an — noch immer in Bezug auf Fig. 4 — dass *B* statt possitiver negative Ladung erhält, so wird *B* natürlich von *A* angezogen, und das Potential von *A* in *O* äussert sich in entgegengesetzter Richtung wie im ersten

Falle. Es wird dasselbe nunmehr die Arbeitsmenge bedeuten, welche *B* von O in die Unendlichkeit, in welcher das Potential aller elektrischen Körper gleich Null ist, zurücktreibt; es wird also mit der Entfernung von *O* ebenfalls abnehmen, mit der Annäherung an *O* wachsen. Schliesslich wird *B*, das natürlich wie jeder elektrische Körper auch über ein Potential verfügt, so nahe an *A* heranrücken, dass ein Ausgleich der Potentialdifferenz zwischen beiden Körpern stattfinden muss; und dies geschieht entweder allmählich in Form des Büschellichtes, oder plötzlich in Form eines hellen Funkens.

Dieser Ausgleich wird sich continuirlich vollziehen, sobald beide Körper aus Elektricitätsquellen immer von Neuem gespeist werden, und man spricht in diesem Falle von einem elektrischen Strom, welcher also als kontinuirlicher Ausgleich der Potentialdifferenz zweier elektrischer Körper zu erklären sein wird.

Es ist allgemein Brauch geworden, das Potential des positiv elektrischen Körpers als grösser und die Richtung des Stromes vom positiven zum negativen Pol gehend anzunehmen.

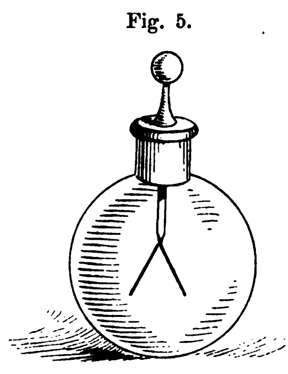
Elektroskop und Elektrometer.

Es ist Bedürfniss, ein Instrument zu besitzen, mit dessen Hilfe das Vorhandensein von Elektricität nachgewiesen werden kann, und mit dem sich + und − E unterscheiden lässt.

Diesem Zweck entspricht das Goldblattelektroskop von Bennet (Fig. 5). Es besteht dasselbe aus einem bauchigen Glasgefäss (zum Schutz gegen Staub), welches oben durch einen Kork fest verschlossen ist. Durch eine Bohrung in dem letzteren ist ein Metallstab gesteckt, welcher oben in einen Metallknopf endet und unten zwei lange Goldblättchen trägt. Wird dem Knopf Elektricität mitgetheilt, so weichen die Blättchen auseinander, und zwar um so mehr, je stärker die Ladung war. Negative Ladung des Elektroskops wird dann vorhanden sein, wenn die Blättchen bei Berührung mit einer geriebenenen Ebonitstange (−E)

noch mehr auseinanderweichen; fallen sie nach der Berührung zusammen, so haben sie vorher + E enthalten.

Fig. 5.



Goldblattelektroskop von Bennet.

Man kann diese Prüfung auch vornehmen durch blosse Annäherung des betr. Körpers an den Knopf des Elektroskops; dann kommen die vorhin geschilderten Gesetze über die elektrische Influenz zur Geltung.

In zweiter Reihe ist es wichtig, das elektrische Potential bestimmen zu können. Diesem Zweck dienen die Elektrometer. Es ist kein absolutes Maass wie das Milliampère, welches von denselben angegeben wird; es muss erst jedesmal durch eine mehr oder weniger langwierige Rechnung gefunden werden. Es handelt sich ja aber auch meistens nur um die Feststellung der Potentialdifferenz zwischen zwei Körpern oder zwischen zwei Stellen desselben Körpers. Da der Gebrauch der Elektrometer für die ärztliche Anwendung der statischen Elektricität bisher nicht als unerlässlich nothwendig erkannt worden ist, so soll auch von deren Schilderung Abstand genommen werden.

Die bekanntesten Constructionen von Elektrometern knüpfen sich an die Namen von Henley und Stöhrer (Quadranten-Elektrometer), Coulomb (sogen. Drehwaage), Lane (Messflasche), Thomson, Mascart, Zenger (Universal-Elektrometer).

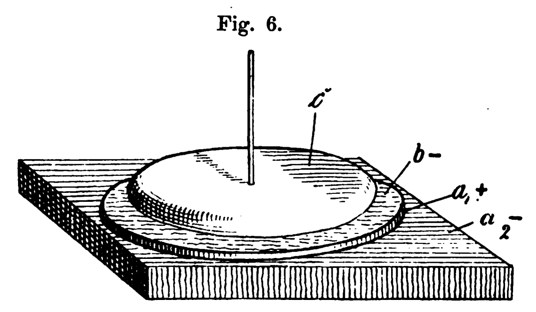
Elektrophor und Condensator.

Zwischen guten und schlechten bezw. Halbleitern giebt es bei Mittheilung oder Induction auf dieselben einen durchgreifenden Unterschied: Bei den ersteren sammelt sich

die Elektricität auf der Oberfläche an und wird beim geringsten Anlass sofort abgegeben. Bei den schlechten Leitern vertheilt sich die Elektricität nicht auf alle, aber auch auf die inneren Theile des betr. Körpers und wird beharrlicher von ihnen festgehalten.

Da bei der Construction der im ärztlichen Gebrauch befindlichen Influenzmaschine eine Combination von guten mit schlechten Leitern überall angewandt wird, so ist es nothwendig, das gegenseitige Verhalten derselben einer näheren Erörterung zu unterziehen. Dann wird schliesslich

Fig. 6.



Elektrophor. a. Form, b. Kuchen, c. Deckel.

auch das Verstehen von Wirkungsweise und Gebrauch der Influenzmaschine kein Hinderniss mehr finden.

Eine in eine Metallpfanne („Form") Fig. 6 a_1 a_2 eingelassene Ebonitscheibe („Kuchen" *b*) wird mit Flanell gerieben und bekommt dadurch — E. In der Form wird nach den nunmehr ganz bekannten Gesetzen in dem der Ebonitscheibe benachbarten Theil a_1 + E, in dem unteren a_2 — E induciert. Wird letztere nach dem Erdboden abgeleitet (durch den berührenden Finger), so werden + E in der Form, die sich mittlerweile über die ganze Form verbreitet hat, und — E in der Ebonitscheibe einander binden.

Setzt man nun auf die Ebonitscheibe eine Metallplatte („Deckel" *c*) mit isolierendem Handgriff, welche etwas kleineren Umfang wie jene und abgerundete Kanten hat,

so findet von Seiten der Scheibe eine Influenz in den Deckel statt, sodass die aufliegende Fläche + E, die abgewendete obere — E enthält — keine Mittheilung der Elektricität an den gut leitenden Deckel, dies ist eben der Unterschied von Leiter und Nichtleiter. — Berührt man den oberen Theil des Deckels ableitend mit dem Finger und hebt ihn von der Scheibe ab, so findet man ihn mit + E geladen.

Durch öftere Wiederholung dieser Manipulation kann man starke Ladungen des Deckels erhalten, während andererseits die Ebonitscheibe lange Zeit die einmal bekommene Ladung (Anregung) festhält.

Ein solches Instrument bildet den sogen. Elektrophor, welcher cum grano salis das Grundprincip der Influenzmaschine darstellt.

Durch Mittheilung der Elektricität der Metallplatte an einen zweiten Elektrophorkuchen (mittels aufsetzen der Metallkante auf den letzteren) wird die Erregung des zweiten Kuchens event. gespart.

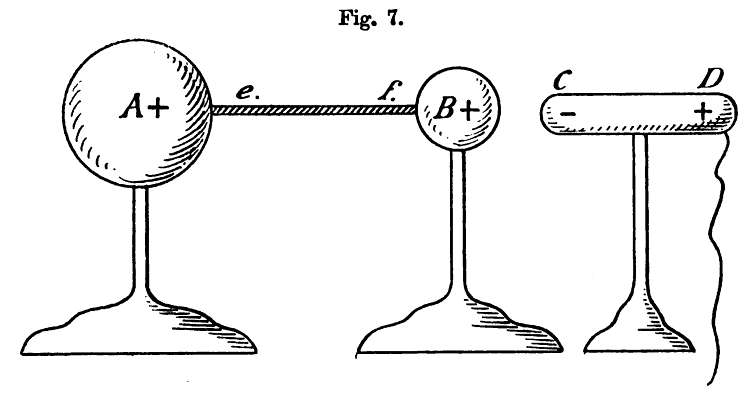
Es erübrigt, durch ein Beispiel noch klarer zu machen, wie, abgesehen von dem eben geschilderten Apparat, in bequemer Weise eine Multiplication oder Potenzirung der Elektricität zur Erzeugung grösserer Elektricitätsqualitäten erzielt werden kann.

Man denke sich einen metallnen Conductor A (Fig. 7) (Conductoren werden im allgemeinen die mehr oder weniger umfangreichen Metallkörper genannt, welche dem Zweck der Ansammlung von Elektricität dienen) mit + E geladen und denselben mit einer Quelle in Verbindung stehend, welche ihm immer von neuem Elektricität zuführt. Durch eine metallische Leitung ist A mit einem zweiten Conductor in Kugelform von kleinerem Umfang B verbunden, und letzterem wird ein dritter cylindrischer Conductor CD mit dem einen Ende C genähert. Denkt man sich A mit einem Quantum + E geladen und vorläufig von der Elektricitätsquelle getrennt, so vertheilt sich die Elektricität durch ef auch nach B, und bei der Annäherung von CD wird einmal — E in C und + E in D influencirt, andererseits aber auch die + E von A so lange nach B, und zwar nach

der rechten Seite von *B* gezogen, als die Bindungskraft des Potentials von *C* ausreicht.

Wird nun die +E aus *D* nach der Erde abgeleitet, so bildet sich mit der Verbreitung von —E in *CD* eine neue Gleichgewichtslage gegenüber *B* aus, die sich durch stärkere Anziehung von +E nach *B* documentirt. Eine fortgesetzte Ladung von *A* steigert den Influenzvorgang in *C* immer mehr, und je mehr —E sich dort ansammelt, um so mehr +E bekommt der Conductor *B*.

Fig. 7.



Zur Demonstration der Potenzirung der ersten elektrischen Anregung (Condensator).

Ein Apparat, der auf dem Prinzip der gegenseitigen Influenzirung zweier Metallkörper beruht, welche durch einen Isolator (hier die zwischen *C* und *B* liegende Luftstrecke) von einander getrennt sind, nennt die Fachliteratur einen Condensator.

Hiernach wird ohne nähere Beschreibung das Princip verstanden werden, welches der Kleist'schen Flasche (auch Leydener Flasche genannt) zu Grunde liegt, deren Entdeckung Kleist (ca. 1745 in Dievenow in Pommern) einem Zufall verdankte, als er einen im Glase Wasser stehenden Metallnagel mittels einer Elektrisirmaschine geladen hatte. Die Aussenseite des Glases war feucht ge-

wesen und hatte auch seine das Glas haltende Hand benetzt. Als K. mit der andern Hand den Nagel berührte, erhielt er eine unverhältnissmässig kräftige Erschütterung des ganzen Körpers.

Es wird nicht schwer werden, die Parallele zwischen diesem Zufallsversuch und der oben gegebenen Anordnung zu ziehen, wenn man eben statt der Luft ein Glas als Isolator zwischen dem einen leitenden Körper, dem Wasser, und dem anderen, der feuchten Hand, sich eingeschaltet denkt, während der Nagel als Elektricitätsquelle zu betrachten ist.

Ein gleiches Princip liegt auch der Anwendung der nach Franklin genannten Tafeln zu Grunde. Franklin (gegen 1747) konnte auch die Wirkungsweise der Kleist'schen Flasche erklären. Die Franklin'schen Tafeln bestehen jetzt aus gefirnissten (isolirten) Glasplatten, welche auf jeder Seite eine kreisförmige, einen breiten Rand an jener übriglassende Stanniolbelegung tragen.

Alpinus construirte die sogenannten zerlegbaren Franklin'schen Tafeln, bei denen sich die isolirten Belegungen von der Glasplatte nach Belieben nähern und entfernen liessen, Franklin die zerlegbare Leydener Flasche, bestehend aus Metallbecher, Glas und zweitem mit Conductor versehenem Metallbecher, von denen in umgekehrter Reihenfolge genau ein Gefäss in das andere passte. Franklin zeigte dabei auch das wichtige Factum, dass nach Ladung des inneren Bechers mit + E und nach Trennung der drei Theile sich nur das Glas elektrisch erwies, und zwar, dass innere (— E) und äussere (+ E) Glasoberfläche entgegengesetzte Elektricität enthielten, eine Thatsache, welche auf dem Festhalten der Elektricität durch schlechte Leiter beruht. Bedingung für das Gelingen des Versuches ist ein sehr dünnes isolirtes Glas.

Nach der Wiederzusammensetzung der drei Theile zeigte sich auch die Flasche wieder geladen.

Schon Franklin konnte durch Combination mehrerer seiner Tafeln verstärkte Wirkungen erhalten, indem er die entgegengesetzten Belegungen mit einander verband. Dasselbe machte er mit den Kleist'schen Flaschen und nannte eine solche Anordnung Cascadenbatterie.

Elektrisirmaschine.

Bevor die Erscheinungen der Influenz genügend bekannt geworden waren, um practisch verwerthet werden zu können, bediente man sich der Reibungselektrisirmaschinen, um continuirlich grosse Elektricitätsmengen in hoher Spannung zu erzeugen.

In den historischen Notizen ist schon erwähnt worden, dass Otto v. Guericke in Magdeburg die erste Elektrisirmaschine in Form einer drehbaren Schwefelkugel construirte, an welcher durch Reibung mittels der trocknen Hände Elektricität entstand.

Die Schwefelkugel wurde von Hawksbee durch eine Glaskugel ersetzt, von Gordon durch einen Glascylinder, welchem ein zuerst von Bose erdachter, an Seidenfäden hängender eiserner Conductor in Gestalt einer Röhre zur Aufsammlung der Elektricität beigegeben wurde (Zenger).

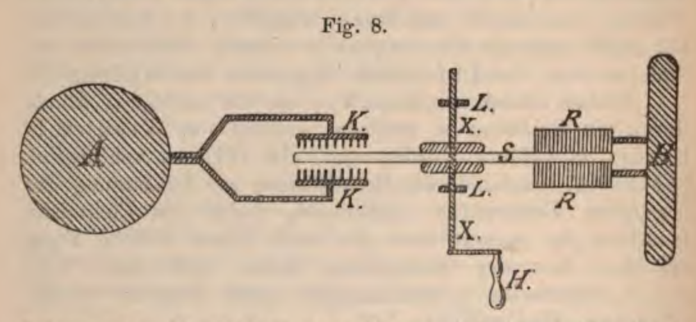
Nichts schien naheliegender, als die reibenden Hände durch ein Reibzeug zu ersetzen, welches von Winkler in Leipzig eingeführt wurde; und als Wilson schliesslich (1746) an dem Conductor Metallkämme zur Aufsaugung der erzeugten Elektricität angebracht, hatte die Elektrisirmaschine im wesentlichen die noch heute übliche Form erhalten; nur der Glascylinder wurde noch durch eine runde Glasscheibe (wahrscheinlich durch Planta) ersetzt (Zenger, Wallentin).

Immerhin erfuhr die Elektrisirmaschine späterhin noch einige Vervollkommnungen, welche sich besonders auf zweckmässigere Constructionen der Reibkissen und deren Halter (John Canton), sowie auf Modification der Conductoren richtete (Winter'scher Verstärkungsring). Auch wurden die Glasscheiben grösser und von besserem Material gewählt, und da die erzeugte Elektricität proportional der geriebenen Oberfläche ist, so wurden zwei und mehr Glasscheiben mit der entsprechenden Anzahl von Reibkissen angewandt. Van Marum construirte auf diese Weise eine ausserordentlich leistungsfähige Maschine, welche 61 cm lange federkieldicke Funken zwischen den Conductoren überspringen liess. Die Entladungen derselben in Strahlen-

form, auch dunkle Entladungen genannt, weil sie nur im dunklen sichtbar, oder, wie es jetzt allgemein üblich, „Büschellicht“, hatten einen Durchmesser von 38 cm (Zenger).

In der so vervollkommneten Form (s. das Schema Fig. 8) — es soll hier keine specielle Construction beschrieben werden — bestand eine Elektrisiermaschine aus einer mehr oder weniger grossen runden Glasscheibe (*S*), die um eine Ebonitachse (*XX*) mittels einer Kurbel (*H*) in Bewegung gesetzt werden konnte. Das die Ebonitachse tragende Stativ trug auch den Ebonithalter für das Reibzeug (*RR*), welches aus zwei gepolzterten, mit Seide oder Leder überzogenen und mit einer Amalgammasse bestrichenen

Fig. 8.



Schematischer Durchschnitt einer Reibungselektrisirmaschine (nach Wallentin). *A* und *B* Conductor. *S* Glasscheibe. *RR* Reibkissen. *KK* Saugkämme. *XX* Achse. *LL* Achsenlager. *H* Handgriff der Kurbel.

Kissen bestand, welche von beiden Seiten an die Scheibe drückten. Von ihnen aus gingen zwei flügelförmige Fortsätze von Wachstaffet, die sich bei der ersten Umdrehung an die Scheibe heranlegten und auf diese Weise eine Zerstreuung der Elektricität in die umgebende Luft verhinderten. Gegenüber dem Reibzeug umfassten die Saugkämme des Conductors (*KK*) zangenförmig die Scheibe, um die erzeugte Elektricität aufzunehmen und in den mit ihnen in metallischer Verbindung stehenden kugelförmigen Haupt-

theil des Conductors (*A*) überzuleiten. Ein zweiter meist cylinderförmiger Conductor (*B*) stand mit dem Reibzeug in metallischer Verbindung.

Sobald die Drehung begann, bildete sich auf der Scheibe +E und wurde vom Conductor *A* zur beliebigen Verwendung aufgenommen, während die in den Reibkissen sich sammelnde —E direct oder mit einem Umweg durch ihren Conductor zur Erde abgeleitet wurde. Dadurch konnte ein Ausgleich der sich in grosser Menge ansammelnden entgegengesetzten Elektricitäten auf der Scheibe selbst vermieden werden. Immerhin gestattete die vorstehende Einrichtung auch die gleichzeitige Benutzung der den beiden Conductoren entströmenden Elektricitäten, sowie nach Belieben bald der +E des Conductors *A*, bald der —E des Conductors *B*.

Die vorstehende Abbildung eines schematischen Durchschnitts wird das Princip der Reibungselektrisirmaschinen vollkommen klar zu machen im Stande sein.

Der grösste Uebelstand dieser Maschinen ist die grosse Beeinflussung, welche sie durch die umgebende Luft erfahren. Ist dieselbe feucht, so nimmt auch die Glasscheibe Feuchtigkeit auf und ihre Function stockt. Ausserdem ist die zur Drehung der mit starkem Widerstand schleifenden Scheibe erforderliche Arbeit unverhältnissmässig gross.

Es darf an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass mannigfache Variationen der beschriebenen Maschine construirt sind, und dass man auch nach andern Principien Elektrisirmaschinen erbaut hat, die zum Theil vorzügliches leisten, aber für die practische Thätigkeit des Arztes sich nicht eignen. Nachdem die elektrischen Eigenschaften ausströmenden Dampfes durch einen Zufall im Jahre 1840 entdekt worden waren, und nachdem Faraday durch experimentelle Untersuchungen festgestellt, dass weder die Bildung, noch die Condensation des Dampfes Elektricität erzeuge, sondern nur dessen Reibung an den Ausflussröhren, construirte der englische Ingenieur Armstrong die erste Hydro-Elektrisirmaschine. Der in einem Wasserkessel erzeugte Dampf strömt durch ein besonders angelegtes, mit Buchsbaumholz ausgekleidetes Röhrensystem gegen einen als Con-

ductor dienenden, mit Spitzen besetzten Metallkamm, welcher die +E des Dampfes aufnimmt. Das Röhrensystem, sowie der Kessel selbst werden dabei negativ elektrisch.

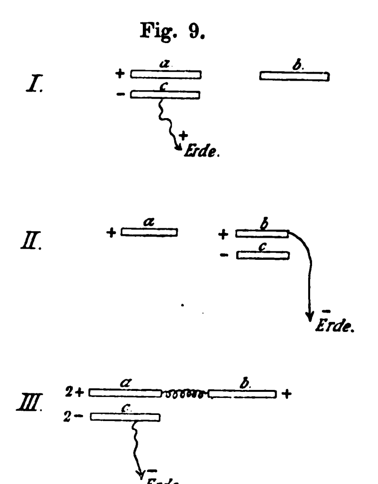
Die Influenzmaschine.

Die Reibungselektrisirmaschinen genügen ärztlichen Zwecken deshalb nicht, weil sie die nothwendige Forderung einer constanten und langen Function nicht erfüllen, weil das Material derselben eine schnelle Abnutzung erfährt, und schliesslich, weil zur Treibung derselben zu grosse Arbeitskräfte erforderlich sind.

Deshalb bedeutete es einen grossen Fortschritt, als sich die Technik die Gesetze der elektrischen Influenz zu Nutzen machte, um Maschinen zu construiren, bei denen eine anfänglich geringe Elektricitätsmenge bald so potenzirt wird, dass schliesslich Funkenentladungen zwischen den Conductoren entstehen.

Das Princip der Ladungsvervielfältigung, wie wir es zum Theil schon bei dem Elektrophor, den Frankin'schen Tafeln und den Leydener Flaschen angewandt gesehen haben, wird recht schön illustrirt durch den sogen. Multiplicator von Bennet (1778).

Fig. 9.



Multiplicator von Bennet.

In Fig. 9 hat man drei Metallplatten *a*, *b*, *c*, von denen *a* +E mitgetheilt wird. Während *a* und *b* feststehen, ist *c* beweglich und wird in *I* nahe an *a* herangebracht. Durch Influenz sondert sich in *c* +E und —E, letztere wird durch *a* gebunden, die +E als frei nach der Erde abgeleitet.

c wird nunmehr, mit —E geladen, in die Nähe von *b* hinübergeschoben (*II*), wo sich ein ähnlicher Influenzvorgang wie vorhin abspielt: durch die —E von *c* wird bei II in *b* +E gebunden, und die —E kann abgeleitet werden.

Bei *III* ist *c* wieder nahe an *a* herangebracht. Wird nun *a* mit *b* leitend verbunden, so wird durch gegenseitige Induction die +E von *a* und *b*, also zwei +E auf *a* angesammelt, andererseits aber auch eine grössere Menge von —E, die fast = 2 —E ist, auf *c* erzeugt. Durch Wiederholung dieser Manipulationen können auf *a* und *c* unter Zuhilfenahme von *b* bedeutende Quantitäten von Elektricität mit hohem Potential angehäuft werden.

Es war Nicholson (1788), welcher den Bennet'schen Multiplicator in die Form einer Maschine brachte, bei welcher eine Metallscheibe an zwei feststehenden Metallscheiben abwechselnd durch eine drehende Bewegung vorbeirotirt wurde.

Erst 1865 gelang es Töpler in Dresden, gleiche Erfolge mit einer Maschiene mit nur zwei Glasscheiben, einer inducirenden und einer rotirenden, zu erzeugen, bei welcher die erstere vorher mit Elektricität geladen werden musste. Indes zeigte Töpler schon, dass sich seine Maschine nach einigen Umdrehungen, wahrscheinlich durch das Reiben einiger Contactfedern auf den Glasplatten, von selbst ladet (Selbsterregung der Maschine).

Fast zu gleicher Zeit construirte Holtz seine Maschine, welche unter den Namen Influenzmaschine oder Elektrophormaschine bekannt geworden ist. Die beiden von Töpler horizontal angebrachten Glasscheiben wurden von Holtz vertical gestellt und statt der gesonderten metallenen Inductorplatte an der feststehenden Scheibe eine Papierbelegung als Inductor angebracht, welche geeigneter war, die empfangene Ladung (beispielsweise durch eine mit Flanell geriebene Ebonitplatte) festzuhalten.

Später wurde von Holtz noch der sogen. „überzählige Conductor“ angebracht, dessen Zweck einer späteren Schilderung vorbehaltem ist. An dieser Stelle sei jedoch schon bemerkt, dass schon Holtz eine Cylinder-Influenzmaschine construirte, bei der der Cylinder aus Hartgummi gefertigt

war (Mascart. — Vgl. die später besprochene Maschine von Gläser).

Die Modificationen, welche Holtz und Töpler noch an ihren Maschinen vornahmen, z. B. die den Papierbelegungen untergeklebten Staniolbelegungen der festen Scheibe, die kleinen Staniolbelegungen der rotirenden Scheibe und die Anordnung der auf den Knöpfen der letzteren schleifenden Metallpinsel, sowie die von Töpler construirten grossen Maschinen mit 20 und 60 sich drehenden Scheiben, welche auf der Elektricitätsausstellung in Paris berechtigtes Aufsehen erregten, sollen hier nur erwähnt werden.

Es würde zu weit führen, wenn alle die verschiedenen auf dem Princip der Influenz construirten Maschinen eine eingehende Schilderung erfahren würden. Abgesehen von ganz besonderen Umständen wird ein Arzt kaum in die Lage kommen, mehr als eine Maschine oder zwei von verschiedener Construction in seiner Praxis zu verwenden. Für diesen Fall muss auf die Schilderung der Influenzmaschine, wie sie ausführlich von Mascart, Zenger, Wallentin und zum Theil auch von Stein gegeben wird, verwiesen werden.

Interessiren dürfte es jedoch noch zu erfahren, dass in Frankreich und den Ländern, welche ihren Bedarf an Instrumenten von Frankreich beziehen, die Influenzmaschine von Carré beliebt ist, die auch in der Salpêtrière in Paris, in dem statischen Laboratorium von Vigouroux Verwendung findet. Es besteht dieselbe aus zwei Scheiben, die um verschiedene Achsen an einander in verschiedener Richtung rotiren. Die kleinere sich langsam drehende ist aus Glas, wird durch zwei Reibkissen gerieben, dient somit als Inductor. Die grössere Scheibe, welche sich sehr rasch dreht, ist aus Ebonit gefertigt. Dazu gehören die entsprechenden Conductoren. Neuerdings soll die Influenzmaschine von Wimshurst Eingang und Schätzung gefunden haben.

In der letzten Zeit ist eine Influenzmaschine mit Ebonitcylinder von Gläser in Wien construirt und von Lewandowsky und Bielschowsky (Therapeut. Monatshefte 1889, S. 106 ff.) beschrieben und empfohlen worden. Die Maschine

ist nicht selbsterregend. Sie hat den Vorzug der Billigkeit und wird von mancher Seite gerühmt; eigene Erfahrung fehlt mir darüber.

Für die Brauchbarkeit einer Influenzmaschine zu ärztlichen Zwecken muss es als Hauptbedingung aufgestellt werden, dass dieselbe von der Feuchtigkeit der Luft unabhängig gemacht und jederzeit und womöglich allerorts in Function gesetzt werden kann, denn nichts ist zeitraubender und unbefriedigender für den Arzt, als die Qual mit schlecht functionirenden Instrumenten. Die Nichterfüllung dieser Bedingung ist bekanntlich die crux, welche den meisten auch der noch in letzter Zeit construirten Maschinen anhaftet: das Versagen bei feuchter Luft.

Fernerhin muss die von den Maschinen gelieferte Elektricität bezüglich der Spannung gewissen Anforderungen genügen, sodass zwischen den Conductoren Funken von mindestens 2 cm Länge erzielt werden können.

Ausserdem werden bequeme Einrichtungen zur Anbringung der Leitungskabel und zum Wechsel der Pole, ein Apparat zur stabilen Application von Büschelströmen, eine Skala zum Ablesen des Abstandes zwischen den Conductorkugeln u. a. m., insbesondere aber auch ein zuverlässiger Motor für denjenigen Arzt unabweisbare Bedürfnisse bilden, welcher die statische Elektricität in seinen Heilschatz aufgenommen hat. Zu guterletzt muss es auch erwähnt werden, dass die Höhe der Anschaffungskosten einem allgemeineren Gebrauch nicht im Wege stehen dürfen.

Eine Influenzmaschine, welche den an sie gestellten Anforderungen im grossen Ganzen recht gut genügt — der letzteren wohl am wenigsten —, ist die von A. W. Hirschmann in Berlin, zum Theil nach den Angaben von Prof. A. Eulenburg construirte, wie sie durch Fig. 10 veranschaulicht wird.

Da ich mich durch lange eigene Prüfung von der Zuverlässigkeit und Brauchbarkeit der Hirschmann'schen

Influenzmaschine überzeugt habe, über die sonst empfohlenen Maschinen, welche späterhin noch besprochen werden sollen, aber kein eigenes Urtheil besitze, so wird eine genaue Schilderung dieser Maschine als zweckmässig anerkannt werden.

Auf einem festen Tisch von bequemer Höhe ist die Maschine, welche gegen Feuchtigkeit und Staub ein Glasgehäuse zum Schutze erhalten hat, mit dicken Schrauben befestigt, um die durch Drehung der Scheibe entstehenden Erschütterungen möglichst gering ausfallen zu lassen. Boden und Decke des Gehäuses sind aus massiven Holzplatten hergestellt.

Die Hauptbestandtheile der Maschine sind vor allem zwei grosse Glasscheiben, eine feststehende und eine rotirende.

Die erstere hat einen Durchmesser von 55 cm und in der Mitte ein kreisrundes Loch von ca 15 cm Durchmesser, sodass sie über die für die andere Scheibe construirte Achse bequem hinübergesteckt und in den für sie gemachten Haltern aus Hartgummi vollkommen festgestellt werden kann. Auf der hinteren Fläche hat diese Scheibe rechts und links, jederseits den stumpfen Theil eines Quadranten einnehmend, eine breite Papierbelegung, unter welcher je zwei durch einen schmalen Streifen verbundene kreisrunde, etwa fünfmarkstückgrosse Staniolbelegungen sichtbar sind — die letzteren als gute Leiter zur leichteren Aufnahme und Abgabe der Elektricität an die halbleitenden und conservativeren Papierbelegungen.

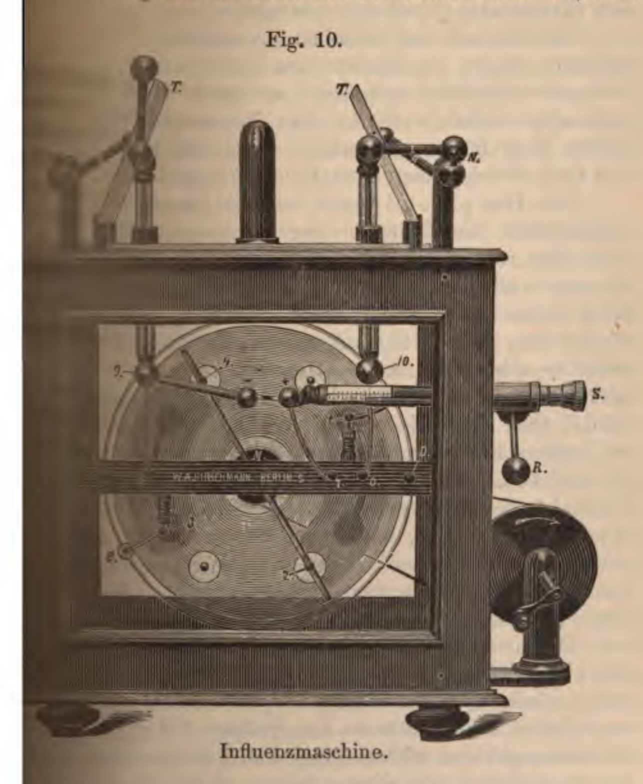
Die zweite Scheibe kann um eine Achse so gedreht werden, dass sie in einer Entfernung von 5—7 mm an der festen Scheibe vorbeirotirt. Mittels der Schraubenmutter *M* ist sie an der Achse befestigt. Ihr Durchmesser ist etwas kleiner wie der der festen Scheibe und beträgt 52—53 cm. Sie trägt in gleichen Abständen 6 bis 12 fünfmarkstückgrosse Stanniolbelegungen, über welche je in der Mitte ein halbkugelförmiger Knopf von Nickel hervorragt.

Beide Scheiben sind durch einen Lackanstrich isolirt.

Wenn die Scheiben mit ihren Belegungen im allgemeinen den Apparat darstellen für die Potenzirung der Elektri-

ist eine andere Einrichtungen dazu bestimmt, eine
Elektricität zu erzeugen, die dann nach den vorhin
Gesetzen der Influenz und mittels der in
umgesetzten Kraft der rotirenden Scheibe (bezw.

Fig. 10.



Influenzmaschine.

an der Kurbel geleisteten Arbeit) vervielfältigt wird.
m Zweck dienen vier Drahtpinsel, welche auf den
lknöpfen der gedrehten Scheibe schleifen. Zwei der-
n sind an knieförmig gebogenen Haltern, die von der
n Scheibe getragen werden, in einem schrägen Durch-
er so befestigt, dass sie der Mitte von zwei Staniol-

kreisen der festen Scheibe gegenüberstehen und zu den Metallknöpfen verstellbar sind, um sie nach Bedürfniss stärker oder schwächer auf ihnen schleifen zu lassen. Die beiden anderen Pinsel werden von dem später zu besprechenden diametralen Conductor getragen.

Um die auf den Scheiben gesammelte Elektricität fortzuleiten, dient ein System von Conductoren, welches nur beim ersten Anblick complicirt erscheint, in Wahrheit jedoch sich sehr einfach verhält. Aus Metall gefertigt, sind dieselben dem Boden gegenüber durch Ebonitgestelle, gegen die Luft durch Glas- oder Ebonitröhren isolirt.

Der Hauptconductor besteht jederseits aus dem im horizontalen Durchmesser der Scheiben in unmittelbarer Nähe der rotirenden Scheibe aufgestellten Metallkamm (hinter der breiten den Namenszug des Fabrikanten tragenden Ebonitleiste in Fig. 10 nicht sichtbar) mit je ungefähr 20 Zähnen, welche die aufgenommene Elektricität, sei dieselbe + oder —, zuerst einer kurzen, einfachen Leitung zuführen, welche bald in je zwei Zweigleitungen gespalten wird. Die eine Zweigleitung wird gebildet von den an beiden Enden mit Kugeln versehenen Messingstangen (9 und 10), von denen die eine gegen die andere mittels Schraube bewegt werden kann, sodass die Kugeln bald einander berührend, bald mehr oder weniger von einander entfernt gestellt werden können. Die Entfernung derselben von einander (Schlagweite) kann an einer Skala S abgelesen werden.

Die andere Zweigleitung, welche bei Ausschaltung der ersteren in Thätigkeit tritt und umgekehrt, dient der zweckmässigen Weiterleitung der von denselben Saugkämmen erworbenen Elektricität zu den Knöpfen (N und P), an denen die Leitungskabel mittels Ringen aufgehängt werden könneu. Die Fortsetzung von diesen bilden wieder die für die Application der Elektricität am menschlichen Körper dienenden Elektroden.

Man sieht daher eine metallische Leitung, unten mit Metallknopf beginnend (9 und 10) und oben mit einem gleichen endigend, von den Saugkämmen aufsteigend die Decke des Glaskastens durchbohren und in den Knöpfen

(*N* und *P*) endigen. Ein anscheinend complicirter Apparat von je zwei hebelartig zu bewegenden, geknöpften Stangen hat den Zweck, eine Franklin'sche Tafel in die Leitung einschalten zu können. Dies geschieht, wenn die vorderen Hebelarme, wie in der Figur der linke (*I*) in verticale Stellung gebracht werden. In diesem Falle muss der Strom die Franklin'sche Tafel (*T*) passiren. Denkt man sich dieselbe aus der Figur weg und den Hebelarm *I* auf die Kugel *N* niedergelegt, so nimmt der Strom den gewöhnlichen Gang und gelangt auf zwei Wegen (durch *N II P* und durch *N I P* zu dem Knopf. Dementsprechend ist der Lauf des Stromes auf der rechten Seite.

Neben dem Hauptconductor besteht noch ein Nebenconductor, welcher als schräger oder überzähliger oder diametraler Conductor bezeichnet wird. Derselbe besteht aus einer isolirten Messingstange, welche an jedem Ende mit einem Kamm von je 20 Zähnen und dem erwähnten Pinsel in der Mitte bewaffnet im schrägen Durchmesser der Scheiben und im Winkel von 60^0 zu den Kämmen des Hauptconductors aufgestellt ist. Derselbe hat den Zweck, ein Wechseln der Pole, das sogenannte „Umspringen" der Elektricität zu hindern, welches erfahrungsgemäss bei den nicht mit diesem Conductor versehenen Maschinen sehr leicht eintritt. Wenn derselbe seinen Zweck erfüllt — und er thut es, sobald sich die Maschine erst in Function befindet —, so hat man die angenehme Gewissheit, während der ganzen Dauer der Sitzung beispielsweise von Knopf *P* +E ableiten resp. diesem oder jenem Körpertheil zuführen zu können — ein Haupterfordernis für eine exacte therapeutische Behandlung; sobald dieser Conductor fehlt, muss man dagegen gewärtigen, dass bald +E, bald —E in die mit dem Knopf *P* verbundene Elektrode hineinströmt.

Zum Betrieb der Influenzmaschine wird entweder menschliche oder Maschinenkraft benutzt. Es ist sehr lästig für den Arzt, selber an der Kurbel zu drehen, noch lästiger vielleicht, einen Diener oder Dienerin als stetigen Zeugen der ärztlichen Behandlung dulden zu müssen, sowohl für den Arzt als den Patienten. Im ersteren Falle wird noch die Unmöglichkeit mancher genaueren Beobachtung, z. B.

der Temperatur, des Pulses und der Athmung, weil eine Hand durch die Drehung an der Kurbel, die andere durch das Halten der Elektrode in Anspruch genommen ist, schwer in's Gewicht fallen. Jedenfalls hat eine jede der von Hirschmann gelieferten Influenzmaschinen eine Einrichtung für den Handbetrieb, sei es auch nur zur Aushilfe beim Versagen der Motoren, welche auf der rechten Seite der Figur veranschaulicht wird: eine Kurbel mit Schwungrad, welches durch einen Treibriemen, mit einem kleinen an der Achse der rotirenden Scheibe feststehenden Rade verbunden ist. Die Kurbel darf nur nach rechts im Sinne des Uhrzeigers gedreht werden; bei einer entgegengesetzten Drehung würde sich die die rotirende Scheibe feststellende Schraubenmutter lockern.

Sehr zweckmässig braucht man zum Treiben der Maschine einen kleinen Wassermotor, wie ich ihn selber seit langer Zeit im Gebrauch habe und auf's Dringendste empfehlen kann. Der kleine Apparat besteht aus einem gusseisernen, zugleich als Wasserfang dienenden Gestell, welches das Schwungrad und zwei Cylinder trägt. In den letzteren bewegen sich zwei durch ein Gelenk mit einander verbundene Kolben auf und ab. Das Gelenk steht mit einem excentrischen Punkte des Schwungrades in Verbindung.

Der Motor ist durch ein Zufluss- und ein Abfluss-Gummirohr mit der Wasserleitung verbunden. Das beim Oeffnen des Wasserhahnes unter starkem Druck in den einen Cylinder steigende Wasser treibt den einen Kolben heraus und gleichzeitig den andern hinein, ein Spiel, welches sich nunmehr, solange das Wasser fliesst, wiederholt.

Die dadurch verursachte Bewegung des Schwungrades wird durch einen Treibriemen auf die drehbare Glasscheibe übertragen, welche sich, je nachdem der Riemen einfach oder gekreuzt angelegt wird, in demselben oder im entgegengesetzten Sinne wie das Schwungrad dreht.

Man braucht gewöhnlich 80 bis 100 Umdrehungen des Schwungrades in der Minute, um die Maschine in möglichst kurzer Zeit in Function zu setzen; durch weiteres Aufdrehen des Hahnes kann man noch eine erheblich schnellere Gangart erzielen, jedoch stellen sich bei 180 bis 200 Um-

drehungen durch die sehr schnelle Rotation der Scheibe so starke Erschütterungen der ganzen Maschine ein, dass man für ihr Wohl und Wehe zu fürchten beginnen muss.

Es ist rathsam, sich von dem Lieferanten eines solchen Motors die Construction desselben genau erklären zu lassen, um kleinen sich einstellenden Uebelständen selber abhelfen zu können. Ein Aechzen der Cylinder wird meist durch eine kleine Oelung beseitigt oder durch Lockerung der Schrauben, welche die abschliessende Gummischeibe des Kolbens mehr oder weniger an den Cylinder anpressen. Poltert der Apparat, so müssen die Schrauben verstellt werden, welche den Wasserzufluss zu den Cylindern dominiren. Ist der Motor ganz in Ordnung, so geht er fast geräuschlos. Durch Schrauben und Ventile sickerndes Wasser wird in einem kleinen den Motor umgebenden Becken aufgefangen und kann durch einen eigens dazu angebrachten Hahn daraus abgelassen werden.

Freilich sind die Anschaffungskosten eines solchen Motors nicht gering. Es kostet derselbe allein für sich 100 Mark, und auf die Anlage der dazu gehörigen Wasserleitung wird man je nach deren Länge 40 bis 100 Mark, auch noch darüber, zu rechnen haben. Danach würde sich der Preis der ganzen Maschine mit Motor und Wasserleitung auf etwa 600 Mark stellen.

Eine Reihe von anderen Motoren ist für den gleichen Zweck hier und dort empfohlen worden: die Heissluftmotoren (Eulenburg), die Gaskraft- und elektrischen Motoren (Stein, Allgemeine Elektrisation, Halle 1886) u. a. m. — Wer sich besonders dafür interessirt, mag die Schilderung an den betreffenden Stellen einsehen und sich selber über den Vorzug des einen oder anderen ein Urtheil bilden.

Theorie der Influenzmaschine.

Wie umfangreich auch die theoretischen Auslassungen in den physikalischen Lehrbüchern zur Erklärung der Function und Wirkungsweise der Influenzmaschine, zur Klarstellung der Vorgänge in allen Einzelheiten während der Arbeit derselben sein mögen, alle haben nicht auszufüllende

Lücken, und die Uneinigkeit der grössten Forscher auf diesem Gebiete beweist am besten, dass die Sache vor der Hand noch nicht klar ist, auch vorläufig noch nicht aufgeklärt werden kann.

Indessen wäre es unrecht, der wirklich bewunderungswürdigen Leistung der Maschine gegenüber mit stummer Resignation dazustehen und nicht auch selber den Versuch, in das Verständniss derselben einzudringen, zu wagen. Es soll dabei den Ausführungen von Wallentin, die sich an die des berühmten französischen Physikers Mascart, an Righi und Wiedemann anschliessen, mit Uebertragung auf die Maschine von Hirschmann Folge geleistet werden.

Wird die rotirende Scheibe in Bewegung gesetzt, so bemerkt man bald an einem der Drahtpinsel kleine helle Fünkchen mit etwas grünlichem Licht, die ersten elektrischen Erscheinungen, welche durch die Reibung der Pinsel an den Metallknöpfen hervorgebracht sind. Durch den Metallbügel wird dieselbe zu der linken Stanniol- und Papierbelegung der feststehenden Scheibe übergeführt, und es sammelt sich dort umsomehr Elektricität an, je mehr Elektricität bei weiterer Scheibendrehung von dem Pinsel aufgenommen worden ist: die linke Papierbelegung ist mit Elektricität geladen und dient nunmehr als Inductor.

Sieht man vorläufig von der zunächst erfolgenden Vertheilung der Elektricität in den beiden Scheiben ab und betrachtet zuerst die beiden Conductoren, deren vordere Kugeln aufeinander liegend zu denken sind. Im rechten Conductor, der von dem Saugkamm an bis zu der Kugel (—) als ein metallisches Ganzes gedacht werden muss, sammelt sich, wenn dem gegenüberliegenden Theil der Scheibe z. B. —E mitgetheilt war, nach dem bekannten Gesetz für die Influenz in dem Saugkammtheil +E, in dem Kugeltheil —E an. Die Affinität der ersteren zu der Elektricität des Inductors veranlasst bei Drehung der Scheibe ein fortwährendes Ueberströmen von +E von den Saugspitzen auf die Scheibe, während die —E des Kugelendes des Conductors eine um so grössere Spannung erreicht, je mehr von jener positiven Elektricität von Inductor und Scheibe in Anspruch genommen wird.

Das Ueberströmen von +E auf die Scheibe in Form von schönen violetten Lichtgarben, die der Richtung der Rotation der Scheibe bogenförmig entgegenstreben, kann hier in der That beobachtet werden, und es wird dieses Abbiegen der Lichtstrahlen so erklärt, dass der gerade den Saugspitzen gegenüberstehende Theil der rotirenden Scheibe jedes Mal durch die Saugkämme selbst schon + elektrisch geworden ist, also abstossend wirkt, während die +E den neu ankommenden Theilen der Scheibe, die —E enthalten, entgegeneilt.

Ganz ähnlich ist der Vorgang auf der rechten Seite der Maschine, wenn man nur in der vorangehenden Schilderung der Elektricität die entgegengesetzten Vorzeichen giebt. Doch soll es noch besonders erwähnt werden, dass die Ladung des rechten Inductors auch auf andere Weise zu Stande kommen kann. Liegen nämlich die beiden Conductorkugeln auf einander, so wird die linksseits abgestossene —E sich soweit wie möglich ausbreiten, auf diesem Wege auch in den rechten Saugkamm gelangen und die rechte Papierbelegung durch Influenz mit der +E laden. In der That bemerkt man unter den angegebenen Verhältnissen ein Ausströmen von —E aus dem linken Saugkamm auf die Scheibe, ebenfalls der Richtung der Drehung entgegengesetzt, charakterisirt durch hell leuchtende Funken an jeder Saugspitze, von denen ebenfalls kleine violette Lichtgarben ausgehen, die indessen nur wenig ausgeprägt, manchmal überhaupt nicht wahrzunehmen sind.

Das einmal eingeleitete Spiel wiederholt sich nun bei jeder Stellung der rotirenden Scheibe von neuem, und es kommt zu einem continuirlichen Ersatz der in den Conductorkugeln angesammelten und bei deren Berührung sich immerfort ausgleichenden Elektricitäten. Werden die Conductorkugeln durch Drehen an der Schraube *R* mehr oder weniger von einander entfernt, so geschieht die Ausgleichung von + und —E mittels eines Funkens, es entsteht auch hier ein elektrischer Strom, welcher, wie schon früher hervorgehoben, vom +Pol zum —Pol fliessend gedacht wird. Unter „Polen“ werden hier sowohl wie im folgenden entweder die beiden gegen einander verstellbaren Conductor-

kugeln oder die für Ableitung der Elektricität mittels Kabel und Elektroden bestimmten Knöpfe (*N* und *P*) verstanden. Der +Pol liegt auf derjenigen Seite der Maschine, deren Saugkamm — „Glimmlicht" abgiebt, der —Pol auf der anderen, deren Saugkamm + „Büschellicht" erkennen lässt.

Solange die Conductorkugeln aufeinander liegen, und ein Ausgleich der im Ueberfluss gebildeten Elektricität durch diese hindurch stattfindet, pflegt jeder Pol diejenige Elektricitätsqualität, welche er einmal bekommen, auch dauernd beizubehalten. Werden die Kugeln von einander so weit entfernt, dass ein Ausgleich gehindert wird, so pflegen bald die „Pole umzuspringen", ein „Polwechsel" oder „Wechsel der Polarisation" einzutreten. Um diesem sehr unangenehmen Vorkommniss vorzubeugen, hat Holtz den schon erwähnten „diametralen Conductor" angebracht, der ungefähr die Rolle des Hauptconductors einnimmt, sobald die directe Leitung in diesem durch Entfernung der Conductorkugeln von einander unterbrochen ist. Man sieht in der That, dass die vorhin für die Hauptsaugkämme beschriebenen Erscheinungen sich dann an den Kämmen des diametralen Conductors, allerdings in etwas vermindertem Maasse, abspielen, und zwar geht Büschellicht sowohl wie Glimmlicht immer auf den jedem zunächst liegenden diametralen Kamm über.

Bei Schwanda (Wien. med. Jahrbücher d. k. k. Ges. d. Aerzte in Wien 18E8. Bd. 15) findet sich ein sehr hübsch durchgeführter Vergleich der Influenzmaschine mit zwei neben einander in Gebrauch befindlichen Elektrophoren, wobei die inducirende Papierbelegung dem Kuchen, der Saugkamm und der ihm unmittelbar angrenzende Theil des Hauptconductors, dem Deckel, die Conductorkugeln dem oberen Theil des Deckels parallel gestellt werden. Die Elektricität des letzteren wird gewöhnlich abgeleitet und nicht verwerthet, die Elektricität der Conductorkugeln dagegen wird durch die Influenzmaschine zu der für ärztliche Zwecke nothwendigen Spannung gebracht und gerade nutzbar gemacht. Der Vergleich wird bei Berücksichtigung der früheren Auseinandersetzungen wohl

verstanden werden und ist eine weitere Ausführung desselben überflüssig.

Die Grösse der in den Conductoren erzielten Spannungen ist im allgemeinen abhängig von dem Umfang der Scheiben und der Schnelligkeit und Häufigkeit der Umdrehungen (Grösse der aufgewandten Arbeit), jedoch so, dass dieselben bei derselben Maschine über ein bestimmtes Maximum nicht hinausgehen. Eine grosse Rolle spielt auch das für die Glasscheiben verwandte Material, ihre Dicke u. s. w.; ganz neue Scheiben leisten nicht dasselbe, wie solche, die schon einige Tage im Gebrauch gewesen. Nach mehreren Monaten bemerkt man unter sonst gleichen Umständen eine Abnahme der Schnelligkeit der Anfangserregung, bis die Scheibe dann vielleicht ganz den Dienst versagt und durch eine neue ersetzt werden muss. Es liegt dies wahrscheinlich an den auf der rotirenden Scheibe in Menge angehäuften kohlenartigen Verbrennungsproducten, welche der Isolation im Wege stehen.

Vor allem ist auch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft von grossem Einfluss besonders auf die Fähigkeit der ersten Erregung der Maschine. Ein Feuchtigkeitsgehalt der Luft von 50^0 bis 55^0, welche am Hygrometer angezeigt werden, wird von ihr am besten vertragen, jedoch sieht man sie auch noch bei 70^0 und darüber functioniren, wobei man freilich für ihre Zuverlässigkeit nicht mehr garantiren kann. Zur Beseitigung der feuchten Luft in der Maschine dient eine Heizvorrichtung, welche zur Zeit einer grossen Umgestaltung und Vervollkommnung zugeführt wird, während die alten Hilfsmittel zur Lufttrocknung, Schwefelsäure u. s. w. u. s. w., aufgegeben sind. Oft passirt es indess, dass allein die Wegnahme der vorderen Wand des Glaskastens die Maschine functionsunfähig macht, wenn auch zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt des Zimmers und des Innenraums der Maschine an Hygrometern wenig oder gar kein Unterschied entdeckt werden kann. Man thut in solchem Falle gut, die Wand wieder vorzusetzen und ruhig einige Zeit abzuwarten; gewöhnlich setzt sich dann die Maschine ohne die Anwendung weiterer Hilfsmittel von selbst wieder in Function.

Zur Erlangung grösserer Spannungen und kräftigerer Funken werden durch die oben beschriebene Aufrichtung des vorderen Hebelpaares die Franklin'schen Tafeln eingeschaltet, sodass also der Strom beide Belegungen derselben passiren muss. Nach den früheren Auseinandersetzungen erhalten jedoch beide Belegungen entgegengesetzte Elektricitätsqualitäten, sodass also, wenn am rechten Saugkamm +Büschellicht sichtbar ist und der dazu gehörige Pol −E enthält, auch die erste Belegung, welche von diesem Strom gespeist wird, negativ elektrisch werden muss. Nunmehr tritt aber eine Unterbrechung des Stromes durch die Glasplatte ein und die Belegung der anderen Seite der Tafel empfängt durch Influenz eine gleiche Menge von +E, welche nunmehr in Kabel und Elektrode übergeführt wird. Bei Einschaltung der Franklin'sehen Tafeln haben also die Elektroden eine gleiche Elektricität, wie sie an den Kämmen durch die Lichterscheinung angezeigt wird.

Noch ein Wort über das Elektricität erzeugende Mittel. Wir haben im vorgehenden gesehen, dass überall, wo Elektricität auftritt, eine Kraft vorher gewirkt hat, sei es in Gestalt der reibenden Hand bei einer elektrisch zu machenden Glasstange, sei es die Arbeit der Hin- und Herbewegung der Platte *C* bei dem Bennet'schen Multiplicator, und dass also auch hier das Grundgesetz von der Erhaltung der Kraft gewahrt wird. Bei einer galvanischen Batterie ist die in den Elementen vor sich gehende chemische Action die treibende Kraft, bei der Influenzmaschine dreht eine Kraft die rotirende Glasscheibe, bestehe sie nun in menschlicher Arbeit oder in physikalischer Kraft. Daher sehen wir auch die erzeugte Elektricität zu der geleisteten Arbeit (Schnelligkeit der Umdrehung) in einem gewissen Verhältniss stehen, das freilich deshalb von dem Gesetz etwas abweicht, weil durch nicht zu vermeidende Ausgleiche von Elektricität auf den Scheiben und Abgabe an die umgebende Luft ein grosser Theil von Elektricität verloren geht. Aus diesem Grunde ist bei jeder Maschine nur ein Maximum des Potentials zu erzielen, welches, und sei die Umdrehungsgeschwindigkeit noch so gross, nicht mehr gesteigert werden kann.

Eine Erscheinung, die vielfach falsch gedeutet worden ist, verdient dabei noch Erwähnung. Sobald nämlich die ersten Funken an der in Gang gesetzten Maschine auftreten und die Saugkämme sich mit ihren Lichtern schmücken, fühlt der drehende Arm einen Widerstand, und es ist eine erhöhte Anstrengung nothwendig, um die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe beim alten zu lassen; ein Wassermotor arbeitet dann langsamer, und zu gleichem Zweck muss der Wasserhahn mehr aufgedreht werden.

Der Grund für diese Erscheinung ist in einer gegenseitigen Anziehung der beiden Scheiben zu suchen, wodurch bei der Entwickelung der ersten elektrischen Funken der gedrehten Scheibe ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird, der sich als Hemmung der treibenden Kraft geltend macht.

Elektroden.

Zur Uebertragung der Elektricität auf den menschlichen Körper dienen die Elektroden, welche vermittels der Leitungskabel mit den Polen in Verbindung gesetzt werden können.

Die letzteren bestehen aus etwa 2 m langen, mit starken Gummischläuchen überzogenen Ketten, die an jeder Seite einen Messingring tragen. Die Isolation durch den Gummischlauch ist keine vollkommene; wenn nicht beide Elektroden ohne wesentlichen Widerstand (Luftstrecken) ihre Elektricität von sich geben können, dann wird die Spannung in den Ketten so gross, dass jede Berührung des Schlauches von einer Funkenabgabe der Kette gefolgt ist. Dieses Verhalten der Schläuche fordert von vornherein zur Vorsicht gegenüber dem zu behandelnden Patienten auf, der durch unbedachte Berührung erschreckt werden könnte.

Die Elektroden selber bestehen je nach ihrem Zweck entweder aus einem runden Metallknopf mit kurzem, dickerem Ansatz (Fig. 11), der hauptsächlich zu elektrodiagnostischen Maassnahmen verwandt wird: Knopfelektrode; aus einer mit Elfenbein armirten Metallspitze: Spitzenelektrode (Fig. 12), für locale Anwendung des Büschelstromes pas-

send; aus einer an der Peripherie und in der Mitte mit vielen Metallspitzen besetzten, 2—10 cm und mehr im Durchmesser messenden Metallplatte: Kranzelektrode (Fig. 13), gleichfalls zur Anwendung des Büschelstromes auf grössere Körperpartien. Diese Elektroden werden an einen von einer Metallstange durchbohrten langen Ebonitgriff (Elektrodenhalter Fig. 13) festgeschraubt oder festgesteckt, während an einem spiralförmigen Haken des entgegengesetzten Endes der Kabelring aufgehängt wird.

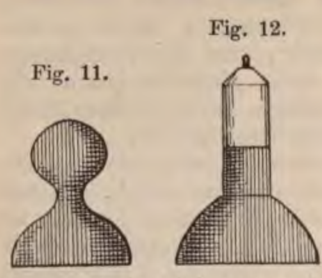


Fig. 11. Knopfelektrode. Fig. 12. Spitzenelektrode.

Die erwähnten Elektroden dienen meist einer vorübergehenden kürzeren Einwirkung, indem sie in gewissem Abstand über die Körperoberfläche hingeführt oder nur wenige Secunden auf derselben stabil gehalten werden.

Fig. 13.



Kranzelektrode mit Elektrodenhalter.

Zur längeren Einwirkung, der die Patienten nöthigenfalls 15 Minuten und länger ausgesetzt werden, dient der Isolirtisch und die Kopfkranzelektrode. Ersterer ist eine auf 15 cm hohen dicken Glasfüssen stehende Holzplatte mit abgerundeten Ecken, auf welchem ein bis zwei und mehr Stühle stehen können. Die Oberfläche desselben ist mit zwei grossen runden Blechscheiben belegt, die durch einen Blechstreifen mit einander leitend verbunden sind und an jedem Ende einen Haken zur Befestigung des Kabels tragen. Durch die Verbindung des Isolirtisches mit einem Pol der in Function befindlichen Influenzmaschine wird derselbe mit einer gleichartigen Elektricität geladen, welche sich

natürlich auch dem darauf befindlichen menschlichen Körper mittheilt.

Die Kopfkranzelektrode besteht aus einem 15 cm im Durchmesser haltenden Messingring, der dicht mit 1,5 cm langen Metallspitzen besetzt ist. Sie steht durch ein Kugelgelenk mit einem langen Elektrodenhalter in Verbindung, der durch eine practische Vorrichtung verlängert und verkürzt werden kann. Der Elektrodenhalter läuft nach der oberen Platte des Glaskastens, wo er mittels eines Gelenks auf- und niedergehoben und auch durch eine Schraube hoch und niedrig gestellt werden kann, während die Verbindung mit den Polen durch ein kurzes Kabel mit zwei Ringen, die in bekannter Weise befestigt werden, vermittelt wird.

Lichterscheinungen der Influenzmaschine.

Wenige Minuten, manchmal auch nur Secunden, nachdem die rotirende Scheibe in Bewegung gesetzt worden ist, sieht man in ganz dunklem Raum zuerst einen diffusen, hellen Schein am Ort der Scheibe. Unmittelbar darauf erscheinen an einem der Pinsel einige kleine Fünkchen mit grünlichem Lichte, welche an Grösse und Intensität zunehmen, und wenige Secunden nachher erglänzt die ganze Scheibe in wunderbaren Lichterscheinungen. Vorausgesetzt, dass der Raum ganz dunkel und die Conductorkugeln auf einander liegen, so springt am meisten der Lichteffect der positiven Elektricitätsausströmung — am linken Saugkamm in die Augen. An jeder Spitze desselben erglänzt in etwas röthlichem Licht ein kleiner Stern; von jedem derselben geht ein allmählich breiter werdendes, violettes Lichtbüschel aus, welches dem ankommenden Theil der rotirenden Scheibe sich bogenförmig entgegenbiegt und auf ihm eine kegelförmig zugespitzte Lichtfläche bildet, in der man noch fast bis an die Spitze die einzelnen Lichtbüschel auseinander halten kann. Denn inneren Raum dieses Kegels, entsprechend der durch den Pinsel ausgefüllten Lücke der Kammspitzen, nimmt eine dunklere fächer- oder blattförmige Stelle ein, in deren Peripherie in grosser Zahl längliche Lichtpunkte aufblitzen, die nach den Seiten ausbrechen zu wollen scheinen.

Der Lichteffect der negativen Ausströmung am linken Saugkamm ist nicht so bedeutend; derselbe besteht aus kleinen, an den Spitzen des Kammes glühenden Punkten von bläulichem Licht (Glimmlicht), von denen man eine sehr geringe büschelförmige Ausstrahlung in demselben Sinne wie bei der +E wahrnimmt. Immerhin ist sie bedeutend genug, um, ähnlich wie auf der linken Seite, einen dunkleren, fächerförmigen Raum deutlich erkennen zu lassen, der durch einen Halbmond sehr matten Lichtes abgegrenzt wird. Ausserdem ist hier in der Nähe des Pinsels noch ein Bündel mehr oder weniger blauvioletter Strahlen sichtbar, welche ebenfalls dem ankommenden Theil der Scheibe entgegenstreben.

Der diametrale Conductor zeigt nur schwache, wenig charakteristische Lichteffecte; dagegen sieht man auf den kleinen Sectoren der Scheibe, zwischen Haupt- und diametralem Conductor, eine grosse Menge von kleinen, sehr unstäten Funken, die auf der positiven und negativen Seite keinen merklichen Unterschied entdecken lassen. Sobald die Conductorkugeln von einander entfernt werden, übertragen sich die Lichterscheinungen eines jeden Hauptkammes auf den ihm zunächst gelegenen Kamm, des diametralen Conductors, während ersterer die frühere Rolle des letzteren zu übernehmen scheint.

Von besonderem Interesse, aber auch von der grössten Wichtigkeit sind nunmehr die Lichterscheinungen an den Conductoren und den als Verlängerung derselben aufzufassenden Elektroden.

Betrachten wir zuerst die letzteren.

Man verbinde abwechselnd das eine Kabel mit der Isolirplatte, den anderen mit dem Elektrodengriff, auf welchen man nach einander die Knopf-, die Spitzen- und die Kranzelektrode aufschraubt. Man stelle sich auf den Isolirtisch, und nachdem man die Conductorkugeln möglichst weit von einander entfernt, beobachte man die Ausstrahlung aus der Elektrode auf die in Entfernung von 5—10 cm dagegen gehaltene etwas feuchte Hand. Um Verwechslungen vorzubeugen, soll im Folgenden der dem Büschellicht des Saugkammes entsprechende Pol mit Büschelkamm, der dem

Glimmlicht des Saugkammes zugehörige mit Glimmkamm bezeichnet werden und die Bezeichnung „Pole" (ohne Zusatz) für die „Elektroden" bezugsweise die an ihnen erscheinenden Elektricitätsqualitäten, reservirt werden.

Mit dem Glimmkamm verbunden zeigt die Knopfelektrode: einen rothvioletten Faden, der später in einen blauvioletten übergeht, und von dem in Bouquetform eine unendliche Menge feinster blauvioletter Fädchen ausgehen (Fig. 14),

die Spitzenelektrode eine ganz ähnliche Erscheinung, nur nicht so ausgeprägt, wobei der Stiel des Bouquets blauviolett bleibt,

Fig. 14. Fig. 15.



Positives grosses Büschellicht. Negatives kleines Büschellicht.

desgleichen die einzelnen Spitzen der Kranz- und Knopfkranzelektrode, nur wieder kleiner und weniger intensitv.

Mit dem Büschelkamm verbunden zeigt: die Knopfelektrode ein kleines 1 bis 1,5 cm langes Büschel feinster rothvioletter, von einander gar nicht zu trennender Strahlen das mit breiter Basis auf der Elektrode aufsitzt; ganz nahe der Basis befindet sich ein hellrother Querstrich. Die Basis

des Büschels wechselt oft ihre Lage, indem sie sich um das auf höchster Höhe der Elektrode aufsitzende Ende zirkelartig dreht (Fig. 15).

An der Spitzenelektrode sowohl wie an den Spitzen der anderen oben genannten Elektroden zeigen sich nur kleine blauviolette helle Glimmpunkte, von denen ebenso wie von dem Büschel ein lebhafter Windhauch ausgeht.

Das grosse Büschel (entsprechend dem Glimmkamm) ist das Kennzeichen des positiven Poles. Das kleine Büschel bezw. die Glimmpunkte (entsprechend dem Büschelkamm) sind die Kennzeichen des negativen Poles. Wenn im Folgenden vom positiven und negativen Pol gesprochen wird, so sind damit stets die Elektroden gemeint, für deren Polbestimmung als + oder — übrigens noch ein anderes Kennzeichen von grösstem Werth ist, welches auch ohne Verdunkelung des Maschinenraumes gesehen werden kann.

Es ist das die Form und Farbe des zwischen den Conductoren überspringenden Funkens. Stellt man die Kugel derselben auf eine Entfernung von 1,5 cm von einander, so bemerkt man deutlich in dem Funken eine lange violette Partie, welche mit einem kleinen hellen Punkt an der Conductorkugel beginnend den negativen Pol bezeichnet, während der positive Pol durch eine ihm benachbarte hellweisse Lichtstrecke von etwa 3 mm Länge gekennzeichnet ist.

Werden die Conductorkugeln noch näher an einander gebracht, so löst sich der eine Funken in mehrere dünnere auf; entfernt man sie bis auf 40 oder 50 mm, so erscheint ein kammartiges schwach violett leuchtendes Büschellicht, welches mit dem Stamm dem positiven Pol aufsitzt.

Sobald aber die Kabel an ihren Knöpfen hängen und durch sie eine theilweise Ableitung der erzeugten Elektricität erfolgt, ändert sich das Aussehen des Funkens. An der Stelle, wo er vorhin die intensiv violette Färbung zeigte, verschmälert er sich jetzt und bekommt eine Einschnürung, die $^1/_3$ bis $^1/_2$ seiner ganzen Länge in Anspruch nimmt. Es entspricht diese Einschnürung also ebenfalls dem negativen Pol. Der Theil des Funkens,

welcher von der Einschnürung bis zur negativen Conductorkugel reicht, zeigt sich überdies bei genauerem Zusehen mit einem Lichthof umgeben, der auf der positiven Seite fehlt.

Bei functionirender Maschine, und wenn alles zur Application am menschlichen Körper bereit ist, hat man also im wesentlichen zwei Merkmale zur Unterscheidung der Pole. Es wird nämlich die negative Elektrode bezeichnet: 1) durch die ihrem Conductor benachbarte Funkeneinschnürung, und 2) durch das Büschellicht des zugehörigen Saugkammes.

Diese beiden Merkmale werden meist genügen, und man braucht auch bei Tageslicht, welches die Erkennung der Ausstrahlung der Saugkämme und der Funkenform zwischen den Conductoren bei einiger Uebung nicht hindert, zu keinem weiteren Hilfsmittel zu greifen, wie der von Stein empfohlenen Lichtmühle, die zwischen den Conductoren eingeschaltet werden soll. Demselben Zwecke würden auch die Crooke'schen und Geisler'schen Röhren dienen, welche am —Pol sehr charakteristische Lichterscheinungen produciren.

Jedenfalls ist es wichtig, das Verhalten der Flamme gegenüber den beiden Polen zu kennen, um eventuell einen Zweifel noch schnell beseitigen zu können. Von der Knopfelektrode des +Pols wird eine Spiritusflamme ständig weggeblasen, während der —Pol, ebenso wie vorhin in einem Abstand von 1 bis 1,5 cm von der Flamme gehalten, diese bald anzieht — und dies ist vorwiegend — bald ebenso kräftig wie der +Pol wegbläst, wenn die Flamme auf der Isolirplatte steht. Steht sie mit der Erde in Verbindung, so sind beide Erscheinungen weniger ausgesprochen, jedoch deutlich genug; das Abstossen der Flamme durch den —Pol tritt dann selten oder gar nicht ein.

Bringt man eine Flamme zwischen zwei im Abstand von 10 cm befindliche Knopfelektroden, durch welche der Strom geht, so wird dieselbe vom positiven zum negativen Pol hingeblasen — auch dies ein Merkmal für die Richtung des Stromes.

In der Schilderung des Verhaltens der Flamme gegenüber den beiden Polen finden sich bei den Autoren grosse

Meinungsverschiedenheiten. Man kann sich leicht durch den Augenschein davon überzeugen, wenn man nach vorhergegangener Bestimmung der Pole durch die Lichterscheinungen eine solche Prüfung vornimmt, dass die obige Darstellung richtig ist.

B. Der galvanische und faradische Strom.

Uebersicht.

Wir sind gewohnt, eine Reihe von Erscheinungen heutzutage als elektrische zu bezeichnen, deren Zusammengehörigkeit erst im Laufe der Zeit erwiesen werden musste.

Die ältesten Berichte finden wir auf dem Gebiet der Reibungselektricität, jedoch ist es unmöglich, zu sagen, wer sie zuerst beobachtet hat, während die Entdeckung der nicht minder wichtigen Influenzelektricität auf Hawksbee (spr. Haksbi) (1709) zurückzuführen ist.

Sehr bekannt ist die Thatsache der Entdeckung des nachher durch Volta so genannten Galvanismus durch Galvani (1789) und der Inductonselektricität durch Faraday (1831).

Es ist nicht mit Sicherheit anzugeben, wer zuerst den guten Gedanken gehabt hat, die Elektricität zur Heilung von Krankheiten zu verwerthen. Es scheinen wohl zufällige Beobachtungen von Heilwirkungen durch die Schläge elektrischer Fische dazu Veranlassung gegeben zu haben, mit welchen man späterhin die Entladungserscheinungen der Leydener Flasche identificirt hat.

Sachgemässe Anwendung von der Reibungselektricität in der Medicin machte zuerst Jallabert in Genf (1740), während die faradische Elektricität durch Duchenne in Boulogne (1855), die galvanische durch Robert Remak in Berlin (1858) mit Erfolg in die Praxis eingeführt worden ist.

Eine allgemein anerkannte Theorie über das Wesen der Elektricität giebt es nicht. Franklin fasste die-

selbe als ein die Körper durchdringendes imponderables Fluidum auf, Symmer nahm zwei Fluide an, ein positives und ein negatives.

Eine Errungenschaft der neuesten Zeit ist die Entdeckung von Prof. Hertz in Bonn, dass die Elektricität sich ebenso wie das Licht in zeitlich messbaren transversalen Aetherschwingungen fortpflanzt (vgl. auch S. 17).

Grundversuche.

Ein Zufall führte zu einer folgeschweren Entdeckung.

Der Professor Galvani in Bologna (1737—1798), welcher sich mit Untersuchungen über thierische Elektricität beschäftigte, bemerkte an einem Froschschenkelpräparat, wie es gewöhnlich zu physiologischen Versuchen verwandt wird, plötzliche Zuckungen, als es einmal in der Nähe des Conductors einer Elektrisirmaschine gelegen hatte, welchem von Zeit zu Zeit Funken entzogen wurden. Galvani hoffte auf eine gleiche Erscheinung auch unter dem Einfluss der atmosphärischen Luft und hing zu diesem Zweck einige Froschschenkelpräparate an kupfernen Haken an einem eisernen Balkongeländer auf. Als in der That bei zufälligen Berührungen der Froschschenkel mit dem Eisen des Geländers Zuckungen zu bemerken waren, glaubte Galvani seine Lieblingsidee von der thierischen Elektricität erwiesen und verglich das Froschschenkelpräparat einer geladenen Leydener Flasche, in welcher die Muskeln die äussere, die Nerven die innere Belegung bildeten und mit einem natürlichen elektrischen Fluidum angefüllt wären.

Volta, Professor der Physik in Pavia († 1827), bildete sich eine andere Auffassung von dieser Erscheinung und wies auch durch Experimente nach, dass die Elektricitätsquelle nicht in den thierischen Organen, sondern in der Berührung der beiden verschiedenen Metalle (Kupfer und Eisen) zu suchen sei, und dass das Froschschenkelpräparat dabei nur die Rolle eines Verbindungsbogens zu spielen habe.

In dem lange zwischen beiden Ansichten hin und her wogenden Streite erhielt endlich die letztere das entschie-

dene Uebergewicht, und die sogenannte „Contacttheorie“ bekam vorläufig allgemeine Geltung, während Volta selber in anerkennenswerther Pietät gegen den Entdecker diese Erscheinung Galvanismus taufte.

Zum Beweise der Contacttheorie dient der sogenannte Volta'sche Fundamentalversuch, bei welchem zwei gleichgrosse glatt geschliffene Platten, von denen die eine, aus Kupfer, einem Goldblattelektroskop aufgeschraubt ist, während die andere, aus Zink, an einem isolirenden Handgriff bald auf die erstere aufgesetzt, bald von ihr entfernt werden kann. Die Blättchen des Elektroskops weichen in der That auseinander, sobald die eben angedeutete Procedur ausgeführt wird, und zwar um so stärker, je öfter das Aufsetzen und Abheben wiederholt wird.

Bei diesem Versuch wurde die Kupferplatte negativ, die Zinkplatte positiv elektrisch; jedoch fand Volta schon selber, dass ein Metall, mit verschiedenen anderen abwechselnd in Berührung gebracht, bald diese, bald jene Elektricitätsqualität einnimmt. Er fand auch ferner, dass man die Metalle in einer Reihe, der sogen. Spannungsreihe, derartig ordnen kann, dass das Vorhergehende mit dem Folgenden in Berührung gebracht positiv, das letztere negativ elektrisch wird, und zwar um so stärker, je weiter die beiden Metalle in der Spannungsreihe von einander entfernt stehen. Dieses letztere Verhältniss trifft zu für Zink und Kupfer.

Die Flüssigkeiten (Leiter zweiter Classe) lassen sich, wie Volta ebenfalls schon herausbrachte, nicht in die Spannungsreihe einfügen, liefern aber in Verbindung mit Metallen erheblich mehr Elektricität wie zwei Metalle mit einander. Auf dieser Erkenntniss fusst die Construction der Volta'schen Säule und des Volta'schen Becherapparates. Bei ersterer, die auch schon zu medicinischen Zwecken gedient hat, war eine grössere Anzahl von Zink-, Kupfer- und Filzscheiben (mit verdünnter Schwefelsäure getränkt) derartig über einander geschichtet, dass Z.FKu, ZF.Ku, Z.FKu u. s. w. die Reihenfolge bildeten, während das obere Zink und das untere Kupfer durch Leitungsdrähte mit einander in Verbindung gesetzt wurden. Zwischen den

Polen derselben konnte man bei gehöriger Annäherung Funken überspringen sehen.

Da sich die Säule aus naheliegenden Gründen als unpraktisch erwies, so construirte Volta seinen Becherapparat, welcher heutzutage als eine elektrische Batterie mit sehr primitiven Elementen zu bezeichnen sein dürfte.

Während Volta an seiner Theorie, dass die galvanische Elektricität ihre Entstehung dem Contact materiell differenter Körper verdankte, festhielt, so regten sich bald die Zweifel an ihrer Wahrheit, als man chemische Zersetzungen der Flüssigkeit und der Metalle, welche zusammen Elektricität erzeugt hatten, wahrnahm. Gegenwärtig giebt es wohl nur wenige Autoren, die nicht der Ueberzeugung leben, dass es chemische Vorgänge sind, die den elektrischen Strom zu Stande kommen lassen.

Man huldigt heutzutage fast allgemein der „chemischen Theorie“ — freilich mit einem ganz kleinen Vorbehalt, der bei der Wirkungsweise des galvanischen Elements zu besprechen sein wird.

Das galvanische Element.

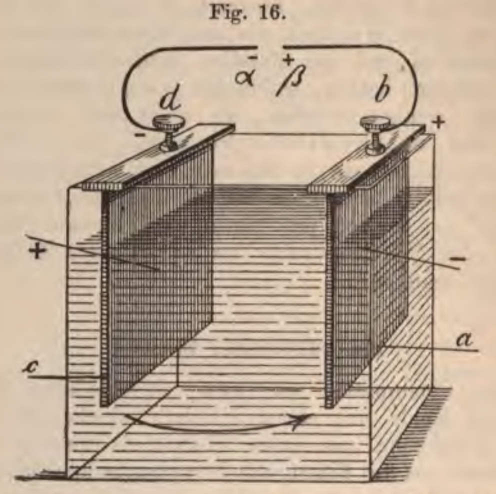
Eine Combination von zwei verschiedenen Metallen (oder von Kohle mit einem Metall), welche ohne gegenseitige Berührung von einer Flüssigkeit umspült und an ihren freien aus der Flüssigkeit hervorragenden Enden durch einen guten Leiter mit einander verbunden werden, nennt man ein galvanisches Element.

In der umstehenden Fig. 16 stellen *a* und *c* die Metalle vor, *a* die elektronegative Kupfer-, *c* die elektropositive Zinkplatte. Beide tauchen in ein Glasgefäss, welches bis $^3/_4$ der Höhe mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt ist. Die aus derselben hervorragenden Metalltheile, welche die entgegengesetzte Elektricität von den in der Flüssigkeit befindlichen haben, tragen je eine Klemmschraube, welche zur Befestigung der Leitungsdrähte dienen, *b* wird als positiver, *d* als negativer „Pol“ bezeichnet. „Pole“ werden auch die Enden α und β der Leitungsdrähte genannt. Sind die letzteren von einander getrennt, so sagt man: der

Strom ist geöffnet; werden sie mit einander in metallische Verbindung gebracht, so heisst es: der Strom ist geschlossen.

An dem Element erregen Vorgänge doppelter Art unser besonderes Interesse. Die einen vollziehen sich im Schliessungsbogen: es sind diejenigen, welchen der ganze Inhalt dieses Buches gewidmet ist; die anderen gehen im Element

Fig. 16.



Galvanisches Element. *a* Kupferplatte (—Metall). *c* Zinkplatte (+Metall). *b*(β) +Pol (Kupferpol, *d*(α) —Pol (Zinkpol). αβ Pole des Schliessungsbogens.

selber vor sich, sie sollen in aller Kürze an dieser Stelle besprochen werden.

Das Element tritt erst dann in Wirksamkeit, wenn durch Berührung von α mit β der Strom geschlossen wird. Dann sieht man die Flüssigkeit sich trüben und an der Kupferplatte grosse Wasserstoffblasen, an der Zinkplatte kleine sehr dichte Sauerstoffbläschen entstehen, welche von der Zersetzung des Wassers herrühren. Die weitere Folge davon ist die, dass sich der Sauerstoff mit dem Zink zu

Zinkoxyd und dieses wieder mit der Schwefelsäure zu Zinksulfat verbindet, welches sich im Wasser löst.

An der Kupferplatte dagegen bedeckt der Wasserstoff das Metall und hindert dadurch zuerst rein mechanisch den Contact desselben mit der Flüssigkeit. Wasserstoff ist fernerhin aber auch ein stark positiv elektrischer Körper und verwandelt dadurch das Kupfer in einen ebenso positiv elektrischen Körper wie ihn das Zink darstellt. Die Folge davon ist, dass die Anordnung im Element gestört wird und der anfangs verhältnissmässig starke elektrische Strom, der als solcher an einem später zu besprechenden Galvanometer nachgewiesen werden kann, immer mehr und mehr abnimmt und später ganz aufhört. Man spricht dann von einer Polarisation des Kupfers und nennt ein solches Element, welches nur verhältnissmässig kurze Zeit einen Strom zu liefern im Stande ist, ein inconstantes Element.

Begreiflicherweise liegt darin ein grosser Fehler, weil dadurch ein solches Element für Zwecke, die eines länger dauernden Stromes bedürfen, untauglich wird; dieser Fehler würde dann vermieden werden, wenn die Entfernung des Wasserstoffs von der Kupferplatte auf chemischem Wege sich vollziehen liesse, während man das Zink der Zersetzung und Auflösung durch die umgebende Flüssigkeit, auf welcher ja im Grunde die ganze elektricitätserzeugende Kraft des Elementes beruht, ruhig anheimzugeben hätte.

Diese Aufgabe ist als gelöst zu betrachten.

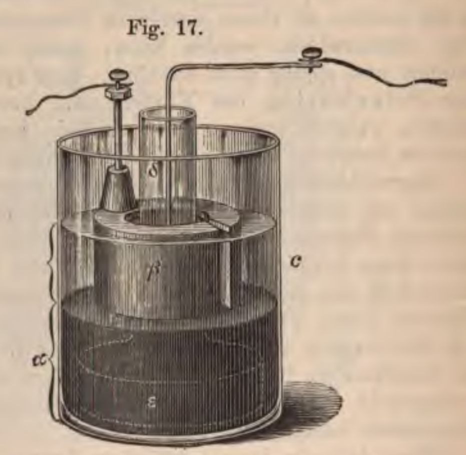
Das constante Element Daniell-Siemens.

Nach weiteren vergeblichen Versuchen zur Herstellung constanter Elemente, welche heute nur ein historisches Interesse beanspruchen dürfen (man vergl. darüber die Lehrbücher der Physik), hatte Becquerel im Jahre 1829 einen wirklichen Erfolg. Aber auch sein Element, in welchem das Zink in Zinknitratlösung und das Kupfer in Kupfernitratlösung tauchte, wurde bald durch das Daniell-Element verdrängt, welches nach einer Modification durch Siemens sich bald allgemeiner Anerkennung erfreute und zu elek-

trischen Batterien für medicinische Zwecke vorzugsweise benutzt wurde.

Das Daniell-Siemens Element besteht aus einem cylindrischen Glasgefäss *c*. Auf dem Boden desselben steht eine poröse Thonzelle *ε*, die nach oben in einen mit ihr fest verbundenen Glascylinder (*δ*) ausläuft; beide sind bis zu $^1/_3$ Höhe des Elements von einer Pappmasse umschlossen, welche zwischen ihnen und der Wand des äusseren Glases fest eingepresst worden ist. Thonzelle und Glascylinder

Fig. 17.



Constantes Element Daniell-Siemens.

beherbergen den Kupferpol in Gestalt eines Kranzes oder einer Spirale aus Kupferblech *K* (Fig. 18), die sich in einen über das Glas hinausragenden starken Kupferdraht, den +Pol des Elementes *K*+, fortsetzt. Auf der Pappmasse ruht ein den Glascylinder umgebender Zinkcylinder (*Z* .. *β*), dessen Ableitungsvorrichtung sich bei *Z*— befindet.

Das Element wird in der Weise gefüllt, dass man den Glascylinder bis oben hinan mit Kupfervitriolstücken stopft, während man in das Glassgefäss selbst Wasser giesst, bis der Zinkcylinder vollkommen davon bedeckt ist. (Das

eigentliche Daniell-Element brauchte statt des Wassers verdünnte Schwefelsäure.)

Dieses Element ist sehr constant; nur alle 6—8 Wochen hat man Wasser nachzufüllen und bei täglichem mehrstündigen Gebrauch alle 4—5 Monate das Kupfervitriol zu erneuern und die Zinkcylinder zu reinigen. Das Umstopfen der Elemente mit neuer Papiermasse wird erst nach mehreren Jahren nöthig.

Fig. 18.

Constantes Element Daniell-Siemens (Durchschnitt). *K* Kupferrosette und Kupfer (+Pol). *Z* Zink-Cylinder und Zink (—Pol). *Eδ* Durchschnitt des in das Glasgefäss *c* versenkten Trichters. *ε* Thonmasse. *δ* Glas.

Eine chemische Action tritt erst ein, sobald der Stromkreis geschlossen wird; man kann also die Elemente während des Nichtgebrauches ruhig stehen lassen, ohne eine Abnutzung von Metall und Füllung fürchten zu müssen — ein unberechenbarer Vortheil gegenüber jenen Elementen, die jedesmal nach dem Gebrauch die umständliche Procedur des Auseinandernehmens und Reinigens erforderten.

Der chemische Vorgang im Element ist der, dass sich das Zink mit dem von ihm abgeschiedenen Sauerstoff zu Zinkoxyd verbindet, welches sich in reichlichem bräunlichen Schaum auf dem Wasser und in Form von weissen Krystallen an den daraus hervorragenden Zinkpolen absetzt. Das Zink wird allmählich an seiner Oberfläche zerfressen und verliert an Volum und Gewicht.

Das das Zink umgebende Wasser wird durch Austausch mit Stofftheilchen des Kupfervitriols, welcher durch

die Papiermasse hindurch erfolgt, angesäuert und wird damit einerseits zu einer stärkeren chemischen Einwirkung auf das Zink befähigt, andererseits führt es einen Theil des Zinkoxyds in Zinksulfat über, welches sich im Wasser wieder auflöst.

An dem Kupfer schlägt sich indess aus der Kupfervitriollösung metallisches Kupfer nieder.

Andere mehr oder weniger constante Elemente.

Für ärztliche Zwecke braucht in den meisten Fällen an ein Element nur die Anforderung gestellt zu werden, dass es für kurze Zeit, z. B. für die Dauer einer elektrischen Sitzung von 10 Minuten, sich constant erhält. Auf den Nachlass der Function folgt gewöhnlich nach kurzer Pause eine „Erholung".

Diesen Zweck erfüllen eine Reihe von Elementen, die aus anderen Gründen jenem fast ganz constanten Element von Daniell-Siemens vorgezogen werden müssen, indem sie sich z. B. zur Zusammenstellung zu transportablen Batterien u. s. w. besser eignen.

Fig. 19.

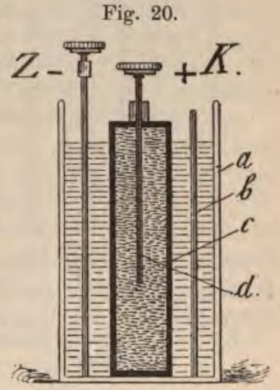
Das Leclanché-Element.

Das Leclanché-Element (Fig. 19) besteht aus einem amalgamirten Zinkstabe *C*, welcher in eine concentrirte Salmiaklösung eintaucht und aus einer Platte von Gaskohle, welche mit körniger Gaskohle und kleinen Stücken Braunstein in einen porösen Thoncylinder *A* eingelassen ist. Dieser letztere ist mit einem Deckel *B* geschlossen, durch welchen der Kohlenstab durchtreten kann, und hat ausserdem noch zwei Oeffnungen für den Zutritt der Luft und den Austritt von Wasserstoff und Ammoniak, welche durch die elektrolytische Thätigkeit der Batterie gebildet werden.

Der chemische Process in der Batterie besteht darin, dass die Salmiaklösung zersetzt wird; der am negativen Pol abgeschiedene Wasserstoff wird vom Braunstein absorbirt und freies Ammoniak entwickelt. Diese Zersetzungen treten aber nur bei geschlossener Kette ein; wenn das Element nicht gebraucht wird, bleibt es, abgesehen von der Verdunstung ganz unverändert.

Eine sehr empfehlenswerthe Modification des Leclanché-Elementes besteht darin, dass der Zinkstab durch einen Cylinder aus Zinkblech ersetzt ist, der bequem in einem schmalen Glasgefäss so stehen kann, dass er überall von dessen Wand einen Abstand von etwa 5 mm hat. In den Zinkcylinder passt eine cylindrische Thonzelle, welche die oben erwähnte Platte von Gaskohle und das Kohle-Braunsteingemisch beherbergt. Von der Platte führt eine metallische Verbindung zu einer Klemmschraube, wie auch andererseits der Zinkcylinder eine zweite Klemmschraube trägt zur Herstellung des Schliessungsbogens.

Fig. 20.



Verbessertes Leclanché-Element (Durchschnitt). *a* Glasgefäss. *b* Zinkcylinder. *c* Thonzelle. *d* Kohlenstab inmitten der Kohle-Braunstein-Mischung.

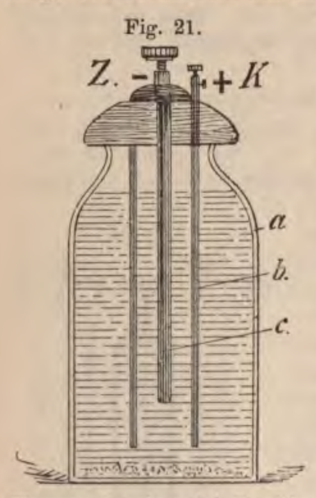
In das Glasgeräss wird bis zu zwei Drittel Höhe eine concentrirte Salmiaklösung eingegossen, die dann Thonzelle und Zinkcylinder umspült; das Eintragen von vielen überschüssigen Salmiakkrystallen ist unnütz und schädlich.

Bei Anwendung dieser geringen Mühe hat man ein Element, welches sich besonders für die Treibung von Inductionsapparaten vortrefflich eignet. Bei täglichem sehr intensivem Gebrauch habe ich zwei solcher Elemente ein halbes Jahr und länger für den gedachten Zweck benutzen können. Genügt ein Nachfüllen von Salmiaklösung nicht mehr, um eine eingetretene Schwäche, die sich durch träges Arbeiten des Apparates documentirt,

zu heben, so muss die Thonzelle durch eine neue ersetzt werden.

Eine andere Modification besteht in dem erst neuerdings von Frankreich aus empfohlenen Element Leclanché-Barbier (Fig. 21), welches in seiner Construction ungemein einfach ist und sich für Inductionsapparate und elektrolytische Batterien sehr gut eignet.

Fig. 21.



Element Leclanché-Barbier (Durchschnitt). *a* Glasgefäss. *b* Kohle-Braunstein-Cylinder. *c* Zinkstab.

Es besteht dasselbe aus einem nach oben sich verjüngenden Glasgefäss, in welches ein an einer Holplatte befestigter, an einigen Stellen durchbohrter Kohle-Braunsteincylinder eingelassen ist. Durch eine Oeffnung jener Holzplatte wird ein dicker Zinkstab in den Cylinder eingesenkt und das Glasgefäss mit Salmiaklössung gefüllt.

Hirschmann (Mechaniker in Berlin) hat den Versuch gemacht, das Leclanché-Element in anderer Form für stationäre Batterien zu verwenden. Er hat deshalb die äussere Form des Elementes Daniell-Siemens beibehalten und das Kupfer durch Zink, den Zinkcylinder durch einen Kohle-Braunsteincylinder ersetzt, während das ganze Element mit Salmiaklösung gefüllt wird. Da jedes einzelne Element sehr kräftig, so braucht man statt der für stationäre Batterien sonst üblichen 60 Elemente nur 40. An Constanz scheinen diese Elemente nichts zu wünschen übrig zu lassen.

Ausser den genannten Abarten des Leclanché-Elementes sind noch einige andere Formen besonders erwähnenswerth, in denen die erregende Flüssigkeit in halbfeste Masse, wie Agar-Agar, Gelatine u. s. w. eingebettet ist. Es ist klar,

dass solche fest verschlossene Elemente sich für transportable Batterien, wie sie von Stein-Blänsdorf (Frankfurt a. M.) construirt worden sind, besonders eignen.

Die Leclanché-Elemente mit allen ihren Modificationen haben mit dem Element Daniell-Siemens den Vortheil gemein, dass sie dauernd zusammengestellt bleiben, und dass bei nicht geschlossenem Stromkreis keine das Element zerstörenden chemischen Processe in demselben vor sich gehen.

Noch eine Construction ist an dieser Stelle zu nennen: das Element von Bunsen. Es wird dasselbe aus Zink und Kohle gebildet, und zwar ist die ursprüngliche Anordnung so, dass in ein Glasgefäss ein unten offener Kohlencylinder gestellt wird, welcher ein poröses Diaphragma aus unglasirtem Porzellan aufnimmt, in dem wieder ein Zinkcylinder angebracht ist. Die erregende Flüssigkeit für die Kohle ist Salpetersäure, für das Zink verdünnte Schwefelsäure.

Eine Unmenge von Modificationen davon sind im Laufe der Zeit aufgetaucht. Von diesen hat sich nur eine eines länger dauernden Rufes erfreut, nämlich diejenige, bei welcher eine Erregungsflüssigkeit angewandt wird. Für letztere bestehen eine grosse Anzahl von Recepten, in denen allen Natrium- oder Kaliumbichromat vorkommt. Das Recept von Rosenthal lautet:

Natr. bichrom.	8,0
Acid. sulfur.	10,0
Hydrarg. sulfurat.	1,0
Aq. commun.	100,0,

während für die Elemente zu galvanokaustischen Zwecken gebraucht wird:

Natr. bichrom.	3,0
Acid. sulfur.	2,0
Aq. commun.	30,0.

Statt des Natr. bichrom. nimmt man indessen lieber Chromsäure, weil letztere leichter löslich; ausserdem wird dadurch das Auskrystallisiren von Natr. sulf. vermieden, welches die Elemente stark verunreinigt und deshalb ein öfteres Säubern derselben von den Krystallen nöthig macht.

Daher empfiehlt sich als Lösung für transportable Batterien:

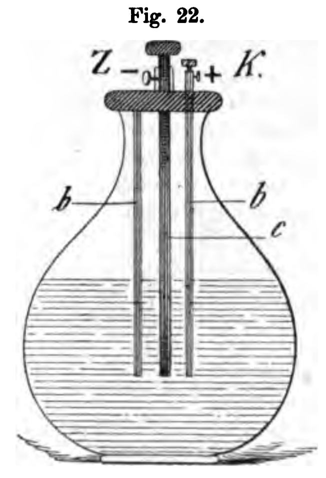
R. Acid. chrom. 5,0
Acid. sulf. 10,0
Aq. commun. 90,0
Hydrarg. bisulf. 2,0,

und für galvanokaustische Batterien:

R. Acid. chrom. 7,5
Acid. sulf. 20,0
Aq. commun. 100,0
Hydrarg. bisulf. 2,0.

Diese sogenannten Chromsäure-Elemente werden wir wiederfinden bei dem kleinen Inductionsapparat nach Spamer, bei dem Grenetschen Flaschenelement, das jetzt noch vielfach für Schlitten-Inductorien in Gebrauch ist, und bei den allermeisten transportablen galvanischen Batterien.

Fig. 22.



Flaschen-Element nach Grenet. *bb* Kohlenplatten. *c* Zinkstab.

Alle diese Elemente sind nicht, wie das ursprüngliche Bunsen-Element, vollkommen constant; ihre Wirkung lässt nach einiger Zeit nach, aber sie genügt für viele Zwecke. Das Element wird auch ohne Stromesschluss abgenutzt, daher müssen die Metalle jedesmal nach dem Gebrauch aus der Flüssigkeit entfernt und womöglich von den letzten Resten derselben befreit werden.

Die ursprünglich rothgelbe, klare Lösung wird schon nach den ersten Stromschliessungen trübe und schliesslich schmutziggrün; sie muss dann durch neue Flüssigkeit ersetzt werden.

Von der Schilderung anderer Elemente, die nur wenig oder gar nicht mehr im Gebrauch sind, ist hier absichtlich Abstand genommen worden, um die Uebersicht nicht zu erschweren.

Der galvanische Strom.

Alle die besprochenen Elemente haben eine gemeinsame Eigenschaft: sie liefern nach Herstellung des Schliessungsbogens zwischen den beiden Metallen einen galvanischen Strom.

Die Elemente, wie sie eben beschrieben, bilden heutzutage die gewöhnlichste Elektricitätsquelle, deren wir uns in der ärztlichen Praxis bedienen. Jedoch darf es nicht unerwähnt bleiben, dass man in Berlin den erfolgreichen Versuch gemacht hat (Dr. Broese und Hirschmann), die für die Strassen- und Häuserbeleuchtung von grossen dynamoelektrischen Maschinen producirte Elektricität auch für die medicinisch-elektrischen Apparate zu benutzen. Die grossen Stromstärken, welche in den für die Beleuchtung dienenden Leitungen cursiren, werden durch Einschaltung verschiedener grösserer und kleinerer Widerstände so abgestuft, dass man immer nur ein bestimmtes Maximum an Stromstärke einzuschalten braucht, welches dann zur Application am menschlichen Körper durch einen Rheostaten weiterhin regulirt wird.

Der galvanische Strom hat einen bestimmten Lauf; seine Richtung wird nach der Richtung des positiven Stromes bezeichnet (Ampère) (s. Fig. 16), während eigentlich zwei entgegengesetzte neben einander laufende Ströme, der positive und der negative, anzunehmen sind.

Jedes der Metalle hat zwei „Pole", einen positiven und einen negativen, von denen der eine das in der Flüssigkeit steckende, der andere das aus derselben hervorragende Ende bezeichnet. In der Anordnung der Fig. 16 (S. 46) ist z. B. an der Kupferplatte α — Pol und β + Pol, umgekehrt an der Zinkplatte c + Pol und d — Pol.

Der +Pol bezeichnet jedesmal den Eintritt des positiven Stromes entweder in den Schliessungsbogen oder in die Flüssigkeit, sodass also der Weg desselben im vorstehenden Element folgender ist: Kupfer (a) — Schliessungsbogen — Zink (c), während in der Flüssigkeit: Zink (c) — Flüssigkeit — Kupfer (a) u. s. w.

Für den +Pol gebraucht man auch die Bezeichnung

Anode, für den —Pol Kathode. Im gewöhnlichen Sprachgebrauch gelten die Namen Anode und Kathode nur für die aus der Flüssigkeit hevorragenden Pole, sodass also (in Fig. 16) *b* Anode ist und *d* Kathode. Die gleichen Bezeichnungen tragen auch die Enden der Leitungsdrähte, welche zu beliebigen Zwecken und mit beliebiger End-Armirung an den Polen befestigt werden.

Der galvanische Strom ist durch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten (Wirkungen) ausgezeichnet, deren stufenweise Darstellung und Entwickelung uns allmählich ohne Schwierigkeit zu jenen Hauptgesetzen hinführen wird, ohne deren Kenntniss ein zielbewusstes elektrotherapeutisches Handeln unmöglich ist.

Die Wirkungen des galvanischen Stromes auf den gesunden menschlichen Organismus, die natürlich das grösste Interesse gewähren, sollen jedoch erst dann besprochen werden, wenn die Apparate und Hilfsmittel, welche zur Auslösung derselben erforderlich sind, eine eingehende Darstellung erfahren haben.

Chemische Wirkungen.

Aehnliche Vorgänge, wie in der Erregungsflüssigkeit des Elementes selbst, beobachtet man bei geschlossenem Stromkreis auch dann, wenn die beiden zum Schutze gegen Oxydation mit Platin armirten Pole in eine Flüssigkeit geführt werden, die nunmehr den Schluss des Stromkreises zu bewerkstelligen hat.

An den beiden Elektroden — mit diesem Namen bezeichnet man alle Vorrichtungen zur Einleitung des elektrischen Stromes in Flüssigkeiten, zur Uebertragung auf Körpertheile u. s. w. —, die z. B. in schwach angesäuertes Wasser hineingesenkt werden, setzen sich bald nach Stromesschluss Bläschen an, kleinere an der Anode, aus Sauerstoff bestehend, grössere an der Kathode aus Wasserstoff.

Das Wasser hat also in diesem Falle durch den elektrischen Strom eine Spaltung in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff erfahren, es hat eine Elektrolyse des Wassers stattgefunden. Die gebildeten Spaltungsproducte

nennt man Ionen, und zwar die an der Anode abgeschiedenen Anionen, die von der Kathode producirten Kationen. Diese Namen stammen von Faraday.

Der in einer bestimmten Zeit durch ein Element ausgeschiedene Wasserstoff und Sauerstoff kann gemischt oder getrennt aufgefangen und gemessen werden: die Zeit, die zur Erzeugung von 1 ccm Knallgas erforderlich ist, bietet ein Maass zur Vergleichung der Wirkung verschiedener Elemente. Als elektrische Einheit wird diejenige Stromstärke angenommen, welche in einer Minute 1 ccm Knallgas liefert (Jacobi'sche Einheit).

Werden an Stelle des Wassers Metallsalze in den Schliessungsbogen gebracht, so scheiden sich alle Metalle ebenso wie der Wasserstoff am —Pol ab, die Säuren analog dem Sauerstoff am positiven.

Die Elektrolyse hat in neuerer Zeit besonders in der Gynäkologie eine besondere Bedeutung erlangt.

Wer sich für die Theorie der Elektrolyse (Grotthus, Exner) interessirt, der findet das Wünschenswerthe z. B. in dem Lehrbuch der Elektrotherapie von Lewandowski.

Thermische Wirkungen.

Bei jedem in Function befindlichen Elemente erwärmt sich der den Strom schliessende Körper mehr oder weniger.

Wählt man bei einem Element das Gefäss und die beiden Metalle recht gross bei Verwendung einer verhältnissmässig grossen Flüssigkeitsmenge, so kann die Wärmeentwickelung sich so weit steigern, dass ein den Stromkreis schliessender Platindraht glühend wird und schmilzt.

Auf dieser Eigenschaft beruht die Verwendung solcher Elemente zur Galvanokaustik und zur elektrischen Beleuchtung von Körperhöhlen, wie insbesondere des Magens, der Blase und des Kehlkopfs.

Einfluss des galvanischen Stromes auf die Magnetnadel.

Wenn man eine Magnetnadel frei schwingen lässt, so stellt sie sich nach einigen Schwingungen in eine Nord-

Südrichtung, und zwar entspricht diese Richtung nicht genau dem den Nordpol und Südpol mit einander verbindenden geographischen Meridian, sondern weicht davon in einer Linie ab, welche als magnetischer Meridian bekannt ist.

Die Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel vom magnetischen Meridian durch den galvanischen Strom, welche als eine Folge zielbewusster Untersuchungen aufzufassen ist (Lewandowski), muss Oerstedt, Professor in Kopenhagen (1777—1851), zugeschrieben werden. Im Anschluss daran unternahm Ampère in Paris (1775—1836) eine Reihe von Untersuchungen, aus welchen u. A. auch das wichtige Gesetz für die Ablenkung der Magnetnadel hervorging, welches als Ampère'sches Gesetz bekannt ist: Wenn man sich einen menschlichen Körper schwimmend in den galvanischen Strom hineinversetzt denkt, sodass er mit dem Strom schwimmt, also von den Füssen zum Kopf vom Strom durchflossen wird, so bezeichnet die ausgestreckte Linke stets die Richtung der Ablenkung des Nordpols einer Magnetnadel, welche in die Nähe des Stromes gebracht wird, wenn das Gesicht der Magnetnadel zugekehrt ist.

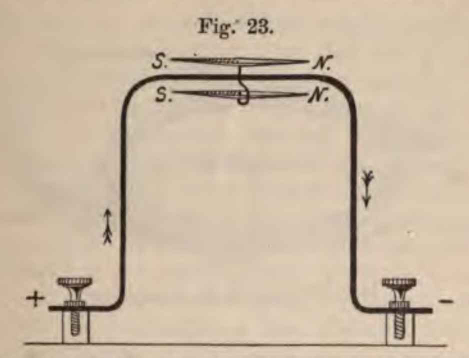
Die nachstehenden Figuren 23 und 24 sollen dieses Verhalten veranschaulichen. In Figur 23 wird der aus einem bandartigen Kupferstreifen bestehende Schliessungsbogen eines Elementes in der Richtung vom +Pol nach dem —Pol von einem galvanischen Strom durchflossen. Auf der Höhe des Bogens befindet sich eine Spitze, welche eine obere Magnetnadel balancirt, unterhalb des Bogens ein Haken mit senkrecht stehender Spitze für eine zweite untere Magnetnadel. Beide Nadeln werden sich in der Ruhelage, bei nicht geschlossenem Strom, in der Richtung des magnetischen Meridians einstellen. Sobald der Strom des ebenfalls in den magnetischen Meridian gebrachten Schliessungsbogens geschlossen wird, erfahren beide dem Ampère'schen Gesetze gemäss Ablenkungen, die Fig. 24 *a* für die obere, Fig. 24 *b* für die untere Nadel veranschaulicht.

Schon Ampère hat den Vorschag gemacht, die Grösse der Ablenkung der Magnetnadel zur Messung der Strom-

stärke zu benutzen und nennt einen dazu dienenden Apparat Galvanometer.

Die Reaction der Magnetnadel auf den an ihr vorbeifliessenden Strom wird vermehrt, sobald der Strom wieder-

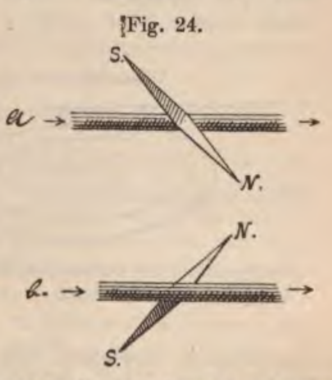
Fig. 23.



Ablenkung der Magnetnadel durch den galvanischen Strom (Schema) nach dem Ampère'schen Gesetz.

holt in gleicher Richtung an derselben vorbeigeführt wird. Man benutzt zu diesem Zweck eine Holzspule wie in Fig. 25, welche mit feinem, mit Seide besponnenem (isolirtem) Kupferdraht beliebig oft, wie es der Zweck erfordert, umwickelt wird. In ihrer Oeffnung schwingt entweder auf einem Stift balancirt, oder an einem Seiden(Cocon)faden aufgehängt die Magnetnadel. Die Spule muss vor Benutzung des Instrumentes so gestellt werden, dass die Richtung der Drähte der Lage der Magnetnadel bezw. dem magnetischen Meridian parallel wird. Eine solche Vorrichtung wird Multiplicator genannt.

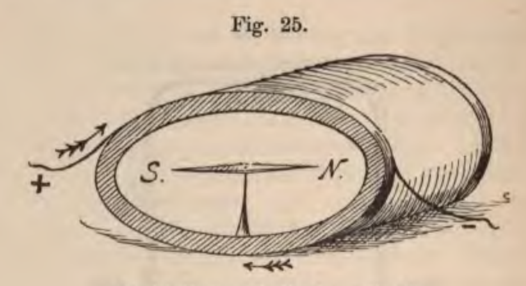
Fig. 24.



a giebt die Ablenkung der oberen, *b* der unteren Nadel an.

Der Strom geht also in demselben über und unter der Magnetnadel vorbei. Man muss es sich selber klar machen, indem man sich nach dem Ampère'schen Gesetz zuerst in

Fig. 25.

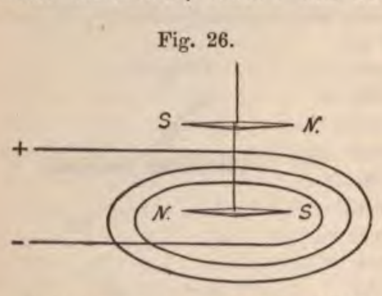


Multiplicator (halbschematisch).

den oberen und dann in den unteren Theil des Stromkreises hineinversetzt denkt, dass die Nadel beide Male im gleichen Sinne abgelenkt wird.

Um die Wirkung des Erdmagnetismus auf die Magnetnadel aufzuheben, benutzt man ein sogenanntes „astatisches Nadelpaar" (Nobili), d. h. zwei Magnetnadeln, die in ihrer Mitte mit gewissem Abstand so aneinander befestigt sind, dass der Nordpol der einen und der Südpol der anderen nach derselben Richtung zeigt und umgekehrt. Es ist leicht ersichtlich, wie in diesem Falle die Beeinflussung des einen Südpols durch den Erdmagnetismus derjenigen des Nordpols derselben Seite die Waage halten bezw. den ersteren aufheben muss.

Fig. 26.



Multiplicator mit astatischem Nadelpaar (Schema).

Um indessen beide Nadeln durch den galvanischen

Strom in gleichem Sinne abzuleiten, ist es nothwendig, das Instrument so einzurichten, dass die eine der Nadeln innerhalb der Drahtspule, die andere ausserhalb derselben schwingen kann. Nur dadurch befolgen beide Nadeln das Ampère'sche Gesetz.

Denkt man sich an diesem Instrument in zweckmässiger Weise eine Skala angebracht, an welcher die Ruhelage der Magnetnadeln als Nullpunkt bezeichnet ist, und die an beiden Seiten in gleichviele gleiche Theile (Grade) getheilt ist, so hat man ein Instrument, welches unter dem Namen Galvanoskop in der ärztlichen Praxis vielfach in Gebrauch gewesen ist. Es dient dasselbe dazu, um das Vorhandensein und die Richtung des Stromes anzuzeigen. — Auf die Stromstärke kann man aus dem mehr oder weniger grossen Ausschlag der Nadel gewisse Schlüsse ziehen, aber auch nur an demselben Instrument, während eine Vergleichung der Nadelausschläge verschiedener Instrumente, auch trotz Eintheilung derselben in gleiche Grade, bei dem Mangel eines einheitlichen Maasses der Elektricität und des Eintheilungsprincips der Skala unstatthaft war.

Es ist daher als ein grosser Fortschritt zu begrüssen, dass die Internationale Conferenz der Elektriker in Paris im Jahre 1881 sich für die Einführung eines nach mechanischen Prinzipien bestimmten Maasses der Elektricität entschieden hat. Galvanometer, welche nach diesem Maass geaicht sind, werden absolute Galvanometer genannt.

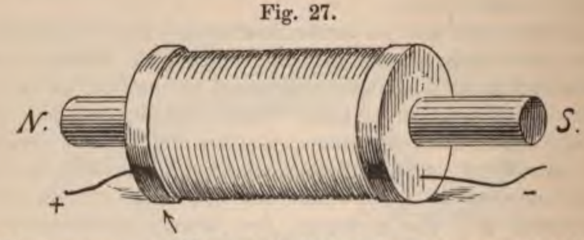
Die magnetisirende Wirkung (Elektromagnetismus).

Wenn man einen weichen Eisenstab, der entweder gerade oder U-förmig gebogen ist, mit einem langen isolirten Kupferdraht umwickelt und einen Strom durch denselben hindurchschickt, so wird der Eisenstab magnetisch, und zwar wird dasjenige Ende der Südpol, welches, dem Beschauer zugewandt, von dem positiven Strom im Sinne des Zeigers der Uhr umkreist wird.

Statt den Eisenstab (Eisenkern) direct mit Draht zu umwickeln, stellt man ihn zweckmässiger in die Höhlung

einer mit isolirtem Draht bewickelten Holzspule (Holzrolle, Spirale) (vgl. Fig. 27) und erzielt damit denselben Effect. Ein solcher weicher Eisenkern mit Spirale zur Durchleitung

Fig. 27.



Elektromagnet. *N* Nordpol, *S* Südpol des Stabes aus weichem Eisen.

des galvanischen Stromes der ohne den Strom seinen Magnetismus sofort wieder verliert, wird Elektromagnet genannt.

Wir werden diese Eigenschaft des galvanischen Stromes späterhin bei der Construction der Unterbrechungsvorrichtung am Inductionsapparat, des Wagner'schen Hammers, benutzt sehen.

Die Induction.

Ein galvanischer Strom ruft in einem in sich geschlossenen guten Leiter, der in seine Nähe gebracht wird, jedesmal, sobald jener geschlossen oder geöffnet wird, einen sogenannten Inductionsstrom (inducirten Strom) hervor, welcher als Schliessungsinductionsstrom dem Hauptstrom oder inducirendem Strom entgegengesetzt gerichtet ist, als Oeffnungsinductionsstrom dem ersteren gleichgerichtet; beide Ströme sind von sehr kurzer Dauer. Die Erscheinung der Induction ist im Jahre 1831 von Faraday entdeckt und genau studirt worden.

Veranschaulicht wird dies Verhalten durch Fig. 28. *E* bedeutet ein Element, von dem ein Schliessungsbogen *A* ausgeht, in welchem der Strom in der Richtung der Pfeile

kreist. In *c* ist eine Vorrichtung angebracht, die abwechselnd eine Schliessung und Oeffnung des Stromes ermöglicht.

B soll einen isolirten Kupferdraht bedeuten, in welchen bei *G* ein Galvanoskop eingeschaltet ist: also einen in sich geschlossenen Leiter. Schliesst man bei *c* den Strom, so wird ein Abweichen der Magnetnadel, welche man sich vorher im magnetischen Meridian eingestellt denken muss, nach dem Ampère'schen Gesetz anzeigen, dass in *B* ein Strom in der Richtung der gefiederten Pfeile, dem inducirenden entgegengesetzt, kreist. Wird der Strom geöffnet, so schlägt die Magnetnadel nach der entgegengesetzten Seite aus und bezeichnet damit einen mit dem inducirenden Strom in *A* gleichgerichteten Strom in *B*.

Fig. 28.

Schematische Darstellung der Induction. *E* Element. *G* Galvanometer. *c* Stromunterbrecher (z. Schliessen, Oeffnen und Wenden des Stromes).

Die Stärke dieser Ströme wird vermehrt, wenn man sowohl für *A* als für *B* (Fig. 28) statt eines kurzen Schliessungsbogens einen langen wohl isolirten Draht verwendet, der in vielen gleichgerichteten Windungen spiralförmig auf einer Holzspule aufgewickelt ist; und zwar hat die Erfahrung gelehrt, dass man für den in sich geschlossenen Leiter (die nachher sogenannte secundäre Spirale) einen erheblich längeren und dünneren Draht verwenden muss, als für den Hauptstrom (die sogenannte primäre Spirale).

Im übrigen hängt die Stärke des Inductionsstromes, wie der in der secundären Spirale inducirte Strom kurz genannt wird, auch von der Stärke des verwandten Elementes und der Annäherung des Stromkreises an den geschlossenen Leiter ab. Eine Combination von zwei solchen Spiralen werden wir späterhin an dem für medicinische Zwecke vielfach gebrauchten sogenannten Dubois'schen Schlittenapparat kennen lernen, einem Inductionsapparat,

an welchem die Drahtwindungen viele tausend Mal die Rollen umkreisen.

Hier sind die Rollen so eingerichtet, dass die secundäre über die primäre hinübergeschoben werden kann, wodurch bald eine Abschwächung (durch Entfernung), bald eine Verstärkung des Stromes (durch Annäherung der Rollen) erzielt wird.

Wenn der Strom in der primären Spirale kreist, so werden die Windungen derselben *auch auf einander* inducirend einwirken, und zwar bei der Schliessung einen entgegengesetzten Strom hervorrufen, bei der Oeffnung einen gleichgerichteten. Es ist leicht einzusehen, dass der durch Schliessung primär inducirte Strom (d. h. der in der primären Rolle selbst inducirte Strom, auch *Extrastrom* oder *Extracurrent* genannt) sowohl dem inducirenden als dem Schliessungsinductionsstrom durch seine Richtung schaden muss, jenem, indem er seine Entfaltung hindert und sich zum Theil mit ihm ausgleicht, diesem, indem er auf die secundäre Spirale im entgegengesetzten Sinne wirkt wie der primäre Schliessungs-inducirende Strom.

Der Oeffnungs-Extracurrent kommt dagegen bei der plötzlichen Leitungsunterbrechung nicht mehr dazu, den inducirenden Oeffnungsstrom auszugleichen und kann somit weder auf diesen noch auf den Oeffnungsinductionsstrom der Secundärspirale hemmend und schwächend wirken.

Daher kommt es, dass der Schliessungsinductionsstrom der secundären Spirale dem *Oeffnungsinductionsstrom erheblich an Intensität* nachsteht.

Bei den für medicinische Zwecke brauchbaren Inductionsapparaten wechseln Schliessungs- und Oeffnungsinductionsstrom in sehr rascher Folge mit einander ab; derselbe wird daher auch als *Wechselstrom* bezeichnet.

Eine sehr wesentliche Aufgabe blieb für die Constructeure von Inductionsapparaten noch zu lösen, um dieselben einfach und für medicinische Zwecke brauchbar herzustellen, nämlich die Construction einer Vorrichtung zur schnell hintereinander folgenden Oeffnung und Schliessung des Hauptstromes.

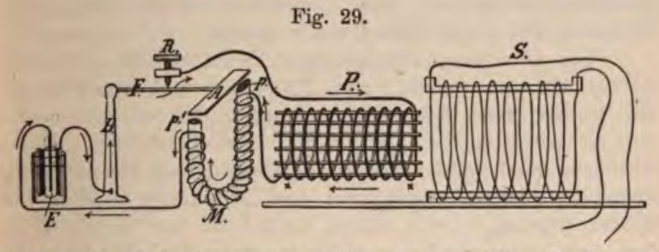
Ursprünglich wurde zu diesem Zwecke das sogenannte

Blitzrad verwandt, ein mit weiten Zähnen ausgestattetes, durch eine Kurbel drehbares Rad, an welchem eine Metallfeder schleifte und durch die Berührung mit den Zähnen selbst den Leitungsbogen schloss, während derselbe jedesmal eine Unterbrechung erfuhr, sobald die Feder in die Zahnlücken hineinfiel.

Indessen gehörte eine besondere Arbeitskraft dazu, um diesen Apparat in Thätigkeit zu halten, und es erwies sich daher die Erfindung einer selbstthätigen Stromunterbrechung in Gestalt des Wagner-Neef'schen Hammers von ganz unschätzbarem Werth.

Das Princip desselben wird durch die nachstehende schematische Figur veranschaulicht, in welcher *S* die secundäre, *P* die primäre Spirale bedeuten soll. Der Wagner-

Fig. 29.



Schema des Inductionsapparates (Lewandowski). *E* Element. *B* Träger des Ankers *A*. *A* Anker. *F* Feder desselben. *R* Stellschraube. *M* Elektromagnet, *pp* dessen Pole. *P* primäre, *S* secundäre Spirale.

Neef'sche Hammer besteht aus einem flachen federnden Anker aus weichem Eisen *A*, der an der kleinen Metallsäule *B* befestigt ist. Unter dem Anker stehen in einer Entfernung von etwa 2 mm die Pole eines hufeisenförmigen Elektromagneten *M*. Eine kleine Stellschraube *R* gestattet die Annäherung oder Entfernung des Ankers von den Magnetpolen.

E ist das stromgebende Element. Wird dasselbe eingeschaltet, so geht der positive Strom zuerst nach dem Ständer *B*, von dort nach der Stellschraube *R* und durch-

kreist zuerst die primäre Spirale, dann den Elektromagneten, um von dort aus nach dem negativen Pol des Elementes zurückzukehren.

Sobald der Strom in die Leitung um den Elektromagneten eintritt, wird derselbe magnetisch und zieht den Theil *A* der Feder an, worauf der Contact der Stellschraube *R* mit dem Theil *F* der Feder gelöst und der Strom unterbrochen wird. Sobald aber der Strom in dem Elektromagneten aufgehört hat, wird dieser auch unmagnetisch und lässt *A* fahren, welches durch die Federkraft in die Höhe gezogen wird und wieder mit der Schraube *R* in Contact kommt. Die Folge davon ist erneute Stromesschliessung, Magnetisirung des Elektromagneten, Anziehung der Feder, Stromunterbrechung u. s. w. Dieses Spiel wiederholt sich so lange, als das Element in Thätigkeit ist. Jede Stromschliessung und jede Unterbrechung ist von einem Strom in der secundären Spirale gefolgt.

Von geringen unwesentlichen Modificationen abgesehen beruht auf den geschilderten Principien und Anordnungen die Construction sämmtlicher neuerer Inductionsapparate, wie sie heutzutage in der Praxis verwandt werden. Daher soll denn auch später von einer eingehenden Beschreibung derselben Abstand genommen und auf dieses Capitel verwiesen werden.

Die Magnetinduction.

Ebenso wie der elektrische Strom unter gewissen Bedingungen einen weichen Eisenstab magnetisch zu machen im Stande ist, ebenso hat ein Magnet unter besonderen Umständen die Fähigkeit, in einem geschlossenen guten Leiter (Drahtspirale) einen galvanischen Strom zu erzeugen.

Es entsteht derselbe dann, wenn der Magnet dem geschlossenen Leiter genähert oder von ihm entfernt wird, und dies wird dadurch erreicht, dass in den betr. Magnetinductions-Apparaten (auch Rotationsapparate genannt) entweder ein Hufeisenmagnet vor der Spirale oder die letztere vor dem Magneten im Kreise gedreht wird.

Solche Rotationsapparate waren früher auch in der ärztlichen Praxis im Gebrauch, sind aber jetzt verdrängt

worden durch die bequemer eingerichtete Elektricitätsquelle der Inductionsapparate. Von dem Princip der Magnetinduction wird bei denselben jedoch noch Gebrauch gemacht, und zwar dadurch, dass man ein Bündel gut isolirter Eisenstäbe zu einem sogenannten „Eisenkern“ vereinigt und in die primäre Spirale hineinschiebt. Durch die Induction, welche dieser Complex von Elektromagneten veranlasst, wird sowohl der Strom in der primären als in der sekundären Spirale verstärkt und der relativ stärkste Strom bei jedem Apparat dadurch erzeugt, dass man Eisenkerne, primäre und secundäre Spirale über einander stellt.

Die Rotationsaparate haben sich noch in der Technik erhalten, freilich mit erheblichen Vervollkommnungen und Verbesserungen und im grossen Maassstab ausgeführt. Als dynamo-elektrische Maschinen, die durch Dampfmotoren in Bewegung gesetzt werden, dienen sie zur Erzeugung des elektrischen Lichtes, zur Reinmetallgewinnung auf elektrolytischem Wege, zur Galvanoplastik u. s. w.

Die Thermoelektricität.

Es soll nur kurz hier erwähnt werden, dass auch die Erwärmung von Metallen, besonders aber von Metalllegirungen und von Löthungen zweier Metalle an einander als Elektricitätsquelle benutzt wird. Jedoch haben sich diese sogen. thermo-elektrischen Elemente und Batterien niemals recht einbürgern und mit den Vortheilen der beschriebenen Elemente wetteifern können.

Die zweckmässigste Construction einer Thermo-Batterie ist von F. Noë in Wien geliefert worden. Die einzelnen Thermo-Elemente, 20 bis 30 an der Zahl, sind im Kreise angeordnet, und die Erwärmung geschieht durch Uebertragung von Seiten der von jedem Element ausgehenden radiär nach der Mitte gerichteten Metallstifte, welche durch einen Bunsen'schen Brenner erhitzt werden. Sowohl das positive wie das negative Metall, welches in ganz besonderer Anordnung zur Verwendung kommt, besteht aus Legirungen, die zum Theil von dem Erfinder nicht bekannt gegeben worden sind.

Die absoluten elektrischen Maasse.

„Alle diejenigen Maasseinheiten, welche sich ausschliesslich vom Centimeter, der Secunde und der Gramm-Masse durch Anwendung von Naturgesetzen herleiten, haben von Gauss und Weber den Namen ‚absolute Maasse' erhalten." (Edelmann, Elektrotechnik für Aerzte, München, bei Fr. Bassermann, 1890.)

Das genannte Buch giebt nach diesem Grundsatz in verständlicher Kürze eine Ableitung der Maasseinheit der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Kraft, des Magnetismus, der Stromstärke u. s. w. Es ist sehr empfehlenswerth, sich bei dem Studium der medicinischen Elektrotechnik in diese Begriffe hineinzudenken.

Für die Praxis erweisen sich die durch Berechnung gewonnenen elektrischen Maasseinheiten theils zu gross, theils zu klein. Deshalb galt es, für die Elektricität Maasse einzuführen, welche den Anforderungen des praktischen Lebens entsprachen, mit welchen an jedem Orte der Erde Messungen ausgeführt werden konnten, deren Resultate unter einander vergleichbar waren.

Dieses Verdienst gebührt der Conferenz der Elektriker, welche im Jahre 1881 in Paris getagt hat. Sie bestimmte als Maasseinheit für die Stromstärke (*J*, Intensität) das Ampère (= ein Zehntel der absoluten Stromstärkeeinheit), für die Elektromotorische Kraft das Volt (*V*) (= dem zehnmillionenfachen Werth der absoluten elektromotorischen Einheit), für die Widerstände das Ohm (*O*) (= dem Hundertmillionenfachen der absoluten Widerstandseinheit), für die Elektricitätsmenge (Quantität) das Coulomb (*C*), für die Capacität, d. h. die Aufnahmefähigkeit eines Leiters für Elektricität, das Farad (*F*). Für medicinische Zwecke sind Ampère, Coulomb und Farad zu gross; man bedient sich deshalb des eintausendstel Theiles dieser Maasse als Milliampère (*MA*), Mikrocoulomb, Mikrofarad.

Alle die genannten Maasse werden als absolute Maasse bezeichnet, die Instrumente, mit welchen sie ge-

messen werden, als absolutes Ampèremeter (Galvanometer), absolutes Voltmeter u. s. w. (Faradimeter — der Name ist unzweckmässig — bedeutet etwas anderes. S. d.)

Stromstärke, J, Intensität.

Ampère und Milliampère.

Für die Stromstärke soll des besseren Verständnisses halber die Entwickelung der Maasseinheit aus den absoluten Maassen kurz dargestellt werden.

Unter absoluter Einheit der Kraft versteht man diejenige Kraft, welche im Stande ist, der Masse eines Gramms für die Secunde die Geschwindigkeit von 1 cm zu geben. Man sagt: diese Kraft ist = „absolut eins."

Die Masse eines Gramms, welche der Gravitation der Erde folgt (zu Boden fälllt), wendet dabei 981 Krafteinheiten auf.

Die Wirkungen des Magnetismus sind bekanntlich auch Kraftwirkungen; sie äussern sich als Anziehung oder Abstossung. Die Kraft, mit der das geschieht, wird ebenfalls mit dem Maasse der absoluten Krafteinheit gemessen.

Ein Stromleiter, der vom elektrischen Strom durchflossen wird, wird dadurch zum Magneten; man sagt von ihm, er habe die Stromstärke „absolut eins", wenn er die Strecke von 1 cm durchfliessend die nämliche magnetische Fernwirkung hervorbringt, wie ein Magnetpol vom Magnetismus „eins" (Edelmann).

Praktisch wird als Maasseinheit für die Stromstärke, wie gesagt, 1 Ampère = ein Zehntel der absoluten Stromstärkeeinheit bezw. 1 Milliampère (*MA*) gebraucht.

Man hat sich die Stromstärke vorzustellen als die Elektricitätsmenge, welche in der Zeiteinheit den Querschnitt des Schliessungsbogens passirt.

Die Instrumente zum Messen der Stromstärke (Ampèremeter, Galvanometer) basiren auf dem Princip der Ableitung der Magnetnadel durch den an ihr vorbeifliessenden elektrischen Strom.

Ein Ampère erzeugt bei der Elektrolyse des Wassers in einer Secunde 0,172 ccm Knallgas bei 0^0 und 760 mm

Luftdruck), d. h. 114,6 ccm Wasserstoffgas und 57 cmm Sauerstoffgas. Ein Ampère ist im Stande, einem Platindraht von bestimmter Länge und Dicke eine bestimmte Temperatur beizubringen und macht ein Eisenstück von bestimmten Dimensionen in bestimmtem Maasse elektromagnetisch — kurz, es wird von der Stromstärke von 1 Ampère eine gewisse Arbeitsleistung vollbracht; und auch umgekehrt sagt man, dass z. B. zu einer Anzahl elektrischer Bogenlampen so und soviel Ampère Stromstärke erforderlich sind. Ob dieselben durch eine Batterie mit sehr vielen Elementen oder durch eine dynamo-elektrische Maschine hervorgebracht werden, ist gleichgiltig.

Elektromotorische Kraft, E. (Druck, Spannung.)

Volt.

Die elektromotorische Kraft eines Elementes bedeutet die in demselben vor sich gehende chemische Action (sie ist derselben proportional), der „Impuls zur Bewegung des elektrischen Fluidums“ (de Watteville), der Druck, unter welchem die Elektricitätsmenge fliesst; man kann sie auch als diejenige Kraft bezeichnen, welche im Stande ist, eine Potentialdifferenz zwischen positiver und negativer Elektricität hervorzubringen (vgl. S. 9 ff). Noch klarer wird der Begriff der elektromotorischen Kraft, wenn man wie de Watteville die beiden Elektricitätsquellen, welche in den beiden Metallplatten (Polen) latent sind, zwei mit Wasser gefüllten Cisternen vergleicht, deren Niveau verschieden ist. Je grösser die Niveaudifferenz (bei der Elektricität Potentialdifferenz), desto stärker wird unter sonst gleichen Umständen (gleichkalibrigen Verbindungsröhren u. s. w.) der Abfluss sein.

Gemessen wird die elektromotorische Kraft (E) durch eine Maasseinheit, welche Volt genannt wird; dieselbe ist ungefähr gleich $^8/_9$ der elektromotorischen Kraft eines frisch gefüllten Daniell-Elementes. Es bedeutet also: die Elektricität eines Elementes ist = 1,5 Volt soviel als: E ist ungefähr $1^1/_2$ mal so gross wie die Elektricität eines Daniell-Elementes.

Abhängig ist die Grösse der elektromotorischen Kraft von der Qualität der zu einem Element combinirten Metalle bezw. von ihrem gegenseitigen Abstand in der oben erwähnten Spannungsreihe, nicht von ihrer Grösse. Die E erschöpft sich bei längerem Gebrauch eines Elementes und kann schliesslich bis auf Null sinken infolge des Verbrauchs des Materials oder der Polarisation der Metalle. Grosse elektromotorische Kräfte bekommt man durch Aneinanderkoppelung von Elementen zu Batterien, so hat beispielsweise eine Batterie von 20 Elementen, jedes zu 1,5 Volt, eine elektromotorische Kraft von 30 Volt.

„Elektromotorische Kraft“ und „Spannung“ werden meist synonym gebraucht, die letztere Bezeichnung in der Elektrotechnik fast ausschliesslich.

Widerstand (äusserer und innerer).

Ohm.

Die E ist der Hauptfactor bei der aus einem Element hervorgehenden Stromstärke (was für Elemente gilt, gilt natürlich auch für die Combination vieler Elemente, die Batterien). Es hängt dieselbe aber auch noch von einem anderen Factor ab, nämlich von der Leitungsfähigkeit des Schliessungsbogens und von der Leitungsfähigkeit der im Element befindlichen Erregungsflüssigkeit. Man hat sich indessen daran gewöhnt, in dieser Beziehung nicht von Leitungsfähigkeit zu sprechen, sondern von Widerständen: je grösser die ersteren, desto kleiner die letzteren und umgekehrt. Man bezeichnet den Widerstand inmitten des Elementes als inneren, wesentlichen (Wi), den Widerstand des Schliessungsbogens als äusseren, ausserwesentlichen Widerstand (Wa). (Widerstand im allgemeinen bekommt die Bezeichnung W.)

Wird der Schliessungsbogen von einem Draht gebildet, so wächst der Wa mit der Länge des Drahtes (ist proportional der Länge) und nimmt ab mit der Vergrösserung des Querschnitts (ist umgekehrt proportional dem Querschnitt) unter sonst gleichen Verhältnissen. Der Wider-

stand hängt auch ab von dem Material des verwandten Drahtes, so z. B. leitet ein Kupferdraht von 1 mm Querschnitt 56 mal so gut als eine Quecksilbersäule von gleichem Querschnitt, gleicher Länge u. s. w.; es wird demgemäss auch der Ausschlag eines in den Stromkreis eingeschalteten Galvanometers hier entsprechend geringer sein wie dort. Noch besser wie Kupfer leitet Silber, wogegen der von Neusilber- und Platindrähten dem elektrischen Strom gesetzte *W* ausserordentlich gross, von ersteren nur 4 mal, von letzteren nur 8 mal so gross ist wie der der Quecksilbersäule.

Das Bedürfniss, die Widerstände der Metalle und auch der Flüssigkeiten mit einander zu vergleichen, hat zu dem von Siemens gemachten Vorschlag geführt, eine Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 mm Querschnitt bei 0° C. als Widerstandseinheit anzunehmen, welche als Siemenssche Einheit (S.-E.) bezeichnet wird.

Nach den Vereinbarungen des internationalen Congresses der Elektriker in Paris im Jahre 1881 ist, abweichend von dem Siemens'schen Vorschlag, eine Quecksilbersäule von 1 mm^2 Querschnittt und 1,06 m Länge als absolute Widerstandseinheit festgesetzt und mit dem Namen legales Ohm (kurzweg Ohm) belegt worden.

Es wird zweckmässig sein, durch eine tabellarische Uebersicht einen Einblick in die Widerstandsverhältnisse der Metalle und Flüssigkeiten in Beziehung zum Quecksilber zu gewinnen, Verhältnisse, welche man analog dem specifischen Gewicht der Körper mit specifischen Widerständen bezeichnet. Der Sinn der folgenden Tabelle (nach Zech und Lewandowski) ist demnach der: wenn der Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 mm^2 Durchmesser und 1 m Länge bei 0° C. als absolute Widerstandseinheit = 1 gesetzt wird, so ist der Widerstand des Kupfers, Silbers, Wassers u. s. w. unter gleichen Umständen 0,018 mal oder 0,017 mal oder 120,000,000 mal so gross.

Quecksilber	1	Schwefelsäure (spec. Gew. 1,27)	7 320
Silber . . .	0,017	Schwefelsäure (spec. Gew. 1,84)	47 000
Kupfer. . .	0,018	Käufliche Salpetersäure	18 000
Zink	0,057	Zinkvitriollösung	288 000
Platin . . .	0,092	Kupfervitriollösung . . .	306 000
Eisen. . . .	0,099	Reines Wasser	120 000 000
Neusilber .	0,248		
Gaskohle. .	43		

Auch der Widerstand des zwischen die Elektroden eingeschalteten menschlichen Körpers lässt sich in absoluten Widerstandseinheiten (Ohms) ausdrücken. Wir werden späterhin sehen, wie gross derselbe ist, und wodurch er an den verschiedenen Körperstellen Aenderungen erfährt.

Der Widerstand der Flüssigkeiten ist im allgemeinen erheblich grösser wie der der Metalle; im Element, wo der elektrische Strom auf dem Wege von einem Metall zum anderen die erregende Flüssigkeit zu passiren hat, hängt der Widerstand (der wesentliche Widerstand) ab von ihrer Qualität, Temperatur u. s. w., vor allem aber von der Grösse der mit der Flüssigkeit in Berührung kommenden Metalloberflächen, sowie von der Dicke der Flüssigkeitsschicht. Im allgemeinen werden also Elemente mit dicht aneinanderstehenden grossen Metallplatten einen geringen inneren (wesentlichen) Widerstand besitzen.

Die Summe des wesentlichen und ausserwesentlichen Widerstandes bildet den Gesammtwiderstand eines Elementes bezw. einer Batterie.

Die vorhin bereits erwähnte Abhängigkeit der Stromstärke J von der elektromotorischen Kraft E und dem Gesammtwiderstand $W = Wa + Wi$ wird durch das Ohm'sche Gesetz ausgedrückt, welches lautet: die Stromstärke ist direct proportional der elektromotorischen Kraft und umgekehrt proportional den Widerständen, oder in den schon öfters gebrauchten Zeichen:

$$J = \frac{E}{W}, \text{ genauer } J = \frac{E}{Wa + Wi}.$$

Setzt man dafür die Maasseinheiten ein so lautet die Formel:

$$1 \text{ Ampère} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}}.$$

Dieses Gesetz ist von der allergrössten Wichtigkeit. Vor allem bestimmt es die Stromstärke. Es lehrt uns, die verschiedenartigen Elemente mit mehr oder weniger grossem inneren Widerstand zweckmässig zu Batterien zusammenzustellen, die diesen oder jenen Zweck zu erfüllen bestimmt sind. Es dient uns auch ferner zu Berechnungen der einen oder anderen dieser Grössen, z. B. des Widerstandes des menschlichen Körpers, wenn J am absoluten Galvanometer abgelesen werden kann und die E der verwendeten Elemente bekannt ist.

In Bezug auf den ersten Punkt erfahren wir, dass bei sehr kleinen Wa die Stromstärke durch Vermehrung der Elemente nicht vergrössert wird.

Für ein Element lautet das Ohm'sche Gesetz:

$$\frac{E}{Wa + Wi} = J, \text{ für } n \text{ Elemente: } \frac{nE}{Wa + nWi} = J_n.$$

In beiden Fällen kann man Wa als ganz unbedeutend $= 0$ setzen und wir erhalten dann:

$$\frac{E}{Wi} = J \text{ und } \frac{nE}{nWi} = \frac{E}{Wi} = J_n.$$

Daraus ergiebt sich die gleiche Stromstärke in beiden Fällen für ein Element sowohl wie für n Elemente.

Wenn z. B. bei Verwendung eines Elementes, dessen elektromotorische Kraft 2 Volt und dessen Widerstand 0,15 Ohm beträgt, sich im Schliessungskreis ein kurzer dicker Kupferdraht von 0,01 Ohm Widerstand (Wi) befindet, so ergäbe sich für ein Element:

$$\frac{2 \text{ (Volt)}}{0{,}01\,(Wa) + 0{,}15\,(Wi)} = 12{,}5 \text{ als Stromstärke } (J).$$

Will man die Stromstärke vergrössern und koppelt versuchsweise zehn solche Elemente neben einander, so erhält man für 10 Elemente:

$$\frac{2 \text{ (Volt)} \cdot 10}{0{,}01\,(Wa) + 0{,}15\,(Wi) \cdot 10} = 13{,}3 \text{ als Stromstärke } (J).$$

Während man also die Zahl der Elemente um neun vergrössert hat, ist nur eine Vergrösserung der Stromstärke von 12,5 auf 13,3, d. i. um 0,9 Amp. erzielt worden.

Ein kleiner *Wa* kommt praktisch in Frage für den Betrieb von Inductionsapparaten und bei der Galvanokaustik, wo kurze Platindrahtschlingen in Glühhitze zu versetzen sind; daher auch die Verwendung von wenigen grossplattigen Elementen mit sehr geringem *Wi* zu gedachtem Zweck.

Ist ein sehr grosser *Wa* zu überwinden, so wird die Stromstärke durch Vermehrung der Zahl der Elemente vergrössert.

Bei sehr grossem *Wa* können wir in obiger Formel *Wi* als vollkommen dagegen verschwindend = 0 setzen, und wir erhalten dann:

$$\frac{E}{Wa} = J \text{ und bei } n \text{ Elementen: } \frac{nE}{Wa} = J_n.$$

Man sieht daraus, dass bei n Elementen die elektromotorische Kraft und damit auch die Stromstärke n mal so gross wird.

Nehmen wir ein Beispiel: Wenn die elektromotorische Kraft des Elementes 1,6 Volt, der Widerstand darin 0,2 Ohm, der äussere Widerstand dagegen 1000 Ohm beträgt, so ergiebt sich bei 1 Element:

$\frac{1,6}{0,2 + 1000} = 0,001599$, oder, da *Wi* als sehr klein vernachlässigt werden kann, als Stromstärke 0,0016 Amp. = 1,6 MA, und bei 10 Elementen:

$$\frac{1,6 \,.\, 10}{1000} = 0,016 \text{ Amp.} = 16 \text{ MA}.$$

Somit hat sich in diesem Falle die Stromstärke von 1,6 MA bis auf 16 MA erhöht.

Daher verwendet man in Fällen, wo ein grosser äusserer Widerstand zu überwinden ist, z. B. bei der Applikation der Elektroden auf die äussere Haut, eine grössere Anzahl von Elementen, die einen grossen inneren Widerstand besitzen.

Die Stromstärke einer Batterie von mehreren Elementen erreicht ihr Maximum, wenn der äussere Widerstand gleich dem inneren wird.

Die Elektricitätsmenge (Quantität).

Coulomb und Mikrocoulomb.

Wie verschiedene Quantitäten Wasser durch eine Röhre derart durchgepresst werden können, dass jenes bald die ganze Röhre füllt, bald nur einen mehr oder weniger kleinen Theil des Querschnitts einnimmt, so wird auch in Elektricitäts-Leitern eine mehr oder weniger grosse Elektricitätsmenge unter dem Druck der elektromotorischen Kraft fortbewegt.

Wie die Menge des ausgeflossenen Wassers von dem Druck abhängt, unter welchem es fliesst und andererseits von der Dauer des Flusses, so steigt und fällt auch die Elektricitätsmenge mit der aufgewendeten Stromstärke und der Stromdauer. Die Formel, welche dieses Verhalten der dynamischen Elektricität bezeichnet, lautet Q (Quantität) $= JT$ (Intensität $\times$ Tempus).

Etwas anders verhält sich die statische Elektricität. Wenn ein Condensator mit einer gewissen Elektricitätsmenge geladen wird, so wird das Mehr oder Weniger an Elektricität, das dem Condensator beigebracht werden kann, abhängen von der Geräumigkeit desselben, von seiner Capacität, und ferner von dem Druck, der Spannung, unter welcher die Elektricität in den Condensator hineingedrückt wird. Für die statische Elektricität lautet also die Formel: $Q = CV$ (Capacität $\times$ Volt).

Diejenige fliessende Elektricitätsmenge, welche bei einer Stromstärke von 1 Ampère eine Secunde fliesst, nennt man einen Coulomb. Ein Strom von 0,5 MA (= 0,0005 Ampère), der eine Minute lang den menschlichen Körper durchzieht, hat also eine Quantität von 0,03 Coulomb (0,0005 $\times$ 60).

Ein Mikrocoulomb ist = ein Milliontel eines Coulomb.

Die Capacität.

Farad und Mikrofarad.

Unter der elektrischen Capacität eines Körpers, z. B. eines Condensators oder eines Accumulators, versteht man dessen Aufnahmefähigkeit für Elektricität. Handelt es sich z. B. um die Capacität eines Condensators, so wird sich dieselbe im allgemeinen nach seiner Grösse bezw. nach dem Umfang der die Elektricität aufnehmenden Platten richten; unter sonst gleichen Verhältnissen wird aber derjenige Condensator zu einer grösseren Capacität gelangen, dessen Ladungsstrom unter höherem Druck steht.

Ein Condensator hat die Capacität von einem Farad, wenn er bei dem Druck von einem Volt die Elekricitätsmenge von einem Coulomb aufnimmt. Wird dieser so geladene Condensator in geuau einer Secunde entladen, so hat der den Schliessungsbogen passirende Strom die Stromstärke von einem Ampère.

Das absolute Galvanometer.

Es ist als ein grosser Fortschritt in der Anwendung der Elektricität in der Heilkunde zu verzeichnen, dass man sich heutzutage genauer Messapparate des elektrischen Stromes, der Galvanometer bedient, mittels welcher nach einheitlichem Maasse, dem Milliampère (MA), gemessen wird. Es ist schon an früherer Stelle gesagt worden, dass die internationale Conferenz der Elektriker in Paris im Jahre 1881 sich das Verdienst erworben hat, die elektrischen Maasseinheiten: Ampère, Volt und Ohm zur allgemeinen Annahme zu empfehlen, und dass in der That Wissenschaft und Technik diesem Vorschlag gefolgt sind. Es ist auch schon erwähnt worden, dass die von jener elektrischen Conferenz eingeführten Maasseinheiten im Gegensatz zu anderen willkürlichen (z. B. den chemischen) den Namen der absoluten bekommen haben, und dass auch die Galvanometer, welche nach Milliampère geaicht sind, unter dem Namen der absoluten Galvanometer bekannt sind.

Das einheitliche Maass ermöglicht eine unmittelbare

Vergleichung der an verschiedenen Orten gefundenen Stromstärken, z. B. für die Minimalzuckung von Nerven und Muskeln, es ermöglicht auch eine elektrotherapeutische Behandlung mit genau denselben Stromstärken z. B. in Königsberg, mit welchen ein Elektrotherapeut in Heidelberg bei dieser und jener Krankheit gute Heilerfolge erzielt hat.

Nicht minder wichtig muss es erscheinen, dass man mittels des absoluten Galvanometers elektromotorische Kräfte und Widerstände — wie späterhin noch auseinandergesetzt werden soll — bestimmen kann, und schliesslich — last not least — dass man eine wirklich methodische elektrische Behandlung ausführen kann, bei welcher die dem Gehirn oder Rückenmark zugedachte Stromstärke nicht nach der Zahl der Elemente, die besonders bei den kleinen transportablen Batterien von einem Tag zum anderen an elektromotorischer Kraft einbüssen, bemessen wird, auch nicht nach dem subjectiven Gefühl des Patienten, oder gar nach „eigenem Gutdünken", sonder dass hier rationeller Weise mit unmittelbar am Galvanometer abzulesenden Stromstärken operirt wird, die die Erfahrung für jeden Fall in gewissen Grenzen festgesetzt hat.

Das sind die grossen nicht genug zu schätzenden Vortheile des absoluten Galvanometers. —

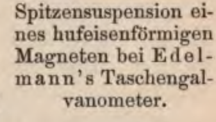
Das Princip, worauf die Construction eines Galvanometers beruht, ist bereits im allgemeinen (S. 59 ff.) erörtert worden. Im einzelnen finden sich erhebliche Abweichungen in der Construction, jedoch sind es hauptsächlich drei Instrumente, welche sich einer grösseren Anerkennung erfreuen dürfen: es sind das die absoluten Galvanometer von Gaiffe in Paris, welche bereits 1873 hergestellt wurden, von Edelmann in München, bereits 1872 construirt und wie das Gaiffe'sche Galvanometer 1881 nach Milliampère umgeaicht, und von Hirschmann in Berlin. Die Instrumente der beiden zuletzt genannten Mechaniker sind in Deutschland am meisten beliebt.

Dr. Edelmann hat zwei Sorten absoluter Galvanometer construirt, ein kleineres, unter dem Namen Taschengalvanometer bekannt, bei welchem die hufeisenförmige Magnetnadel auf einer Metallspitze balancirt (Spitzensus-

pension). Die Schwingungen der Magnetnadel werden „gedämpft“ (s. S. 80) durch einen massiven Kupfercylinder, welcher ebenso wie die Magnetnadel und die Multiplicatorrolle in einer Holzbüchse untergebracht ist.

Gegenüber der Stelle des hufeisenförmigen Magneten, in welcher derselbe balancirt wird, ist in der Fortsetzung des balancirenden Metallstiftes ein dünner Stab eingefügt, der den Zeiger trägt; der letztere liegt genau in der Ebene des magnetischen Meridians, in welcher sich der Magnet in der Ruhelage einstellt. Die durch den vorbeifliessenden elektrischen Strom verursachten Bewegungen des Magneten macht auch der Zeiger mit und läuft, nachdem die zusammen mit der Holzbüchse bewegliche Skala mit ihrem Nullpunkt auf den ruhenden Zeiger eingestellt ist, je nach der Richtung des hindurchgeschickten Stromes bald nach rechts, bald nach links, hier und dort Milliampère und seine Theile anzeigend.

Fig. 30.



Spitzensuspension eines hufeisenförmigen Magneten bei Edelmann's Taschengalvanometer.

Die Aichung nach Milliampère muss für jedes Instrument besonders vorgenommen werden und zwar auf Grund der Angaben eines Normalgalvanometers. En gros gedruckte Skalen sind zu verwerfen.

Das Taschengalvanometer als solches, oder mehr oder weniger modificirt, wird seiner bequemen Form wegen mit Vorliebe bei transportablen Batterien angebracht.

Edelmann hat, wie gesagt, noch ein anderes Galvanometer (absolutes Einheitsgalvanometer, absolutes Horizontalgalvanometer) konstruirt, welches sich, abgesehen von dem grösseren Umfang, principiell dadurch von jenem unterscheidet, dass der glockenförmige Magnet an einem ungedrehten Coconfaden suspendirt ist (Fadensuspension). Die „Empfindlichkeit“ des Magneten, d. h. die Leichtigkeit der Reaction auf den elektrischen Strom gewinnt dabei sehr gegenüber der Spitzensuspension, wobei durch die Reibung eine gewisse Trägheit des Magneten

veranlasst wird. Dies ist einer der vielen Vorzüge des allerseits gelobten Instrumentes.

Mit dem Magneten steht in ähnlicher Weise wie bei dem Taschengalvanometer ein leichter Aluminiumzeiger in Verbindung, welcher auf der Skala hin- und herläuft. Bei den ersten Instrumenten lag dieselbe horizontal, und war deshalb das Ablesen der Stromstärken äusserst unbequem. In der letzten Zeit ist durch eine Umbiegung des Zeigers der Vorgang einer verticalen Skala ermöglicht worden und damit der letzte Vorwurf, den man dem vortrefflichen Instrument machen konnte, aus der Welt geschafft.

Die Skala ist nach jeder Seite vom Nullpunkt in 8 MA und dessen Hälften und Zehntel eingetheilt. Gewöhnlich geht die ganze Stromstärke durch das Galvanometer, und dann gelten die von der Nadel angezeigten Theilstriche als volle MA. Wird der Strom jedoch durch eine besondere Vorrichtung in eine Nebenleitung derart abgezweigt, dass nur ein bestimmter Stromantheil die Multiplicatorwindungen durchkreist, dann fällt auch der Nadelausschlag dementsprechend geringer aus. Hier ist die Einrichtnng so getroffen, dass nach Eröffnung der Nebenleitung (durch Drehen einer bestimmten Schraube) die Nadel nur den zehnten Theil der wirklichen Stromstärke anzeigt, man muss also dann jeden Werth mit 10 multipliciren.

Diese überaus praktische Einrichtung vermeidet eine umfangreiche Skala und gestattet bei diesem Instrument die Messung von Stromstärken bis zu 80 MA.

Die Dämpfung wird hierbei durch einen massiven Kupfercylinder so ausgezeichnet bewirkt, dass nach Durchleitung des Stromes der Zeiger fast ohne Schwingungen sich „einstellt“ und die betreffende Stromstärke anzeigt.

Hier einige wenige Worte über die „Dämpfung“. Sobald der Strom an einer nicht gedämpften Magnetnadel vorbeikreist, wird dieselbe in starke Schwingungen versetzt; sie kann 30, 40 mal und noch öfter hin- und herschwingen, bis sie endlich zur Ruhe kommt, sich „einstellt“ und damit die Stromstärke angiebt. Diese Schwingungen sind sehr lästig, denn sie gestatten das Ablesen der Stromstärke nicht unmittelbar nach Stromesschluss, wie es sehr

erwünscht wäre, abgesehen davon, dass sie bei der Arbeit aufhalten und stören. Deshalb verwendet man sogenannte „Dämpfungen“, welche diese Unruhe der Nadel abkürzen oder beseitigen sollen.

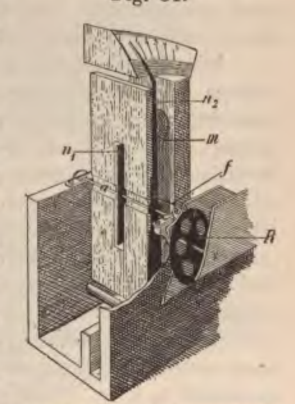
Die Dämpfung mittels eines massiven Kupfercylinders beruht auf einer Magnetinduction, d. h. durch den Magneten wird in ihm ein elektrischer Strom erzeugt, welcher seinerseits auf den Magneten zurückwirkt und erfahrungsgemäss die Schwingungen des Magneten hemmt, ohne indess seine Empfindlichkeit herabzusetzen.

Bei anderen Instrumenten, wie bei dem Galvanometer von Hirschmann, wird die Dämpfung durch eine rein mechanische Vorrichtung bewerkstelligt.

Die Zuleitung des Stromes geschieht durch Klemmschrauben, welche an dem Stativ des Instrumentes befestigt sind und mit den beiden Enden des Multiplicatordrahtes in Verbindung stehen.

Das absolute Galvanometer von Hirschmann in Berlin ist im Gegensatz zu jenen Horizontalgalvanometern ein Verticalgalvanometer. Ein astatisches Nadelpaar (Fig. 31 n_1 und n_2), welches im Abstand von ca. 12 mm mit einander verbunden ist, schwingt um eine horizontale Achse in Gestalt eines Metallstabes *a*, die schneidenartig zugeschärft auf zwei leicht cylindrisch gehöhlten Steinlagern ruht.

Fig. 31.



Absolutes Galvanometer (Hirschmann). Vertical-Schnitt. n_1 innere, n_2 äussere Nadel (Zeiger) des astatischen Nadelpaares, *a* dessen Achse, *R* Dämpfungs-Rädchen, *f* der von n_2 ausgehende, in einem Einschnitt von *R* liegende feine Metallstift.

Von den beiden Nadeln ist die eine (n_1) ein platter Stab, die andere (n_2) mit dem oberen längeren Theil eine als Zeiger dienende Nadel, mit dem unteren eine kleine Kupferplatte, welche vermöge ihres Gewichtes dem

ruhenden Nadelpaar eine genau verticale Stellung giebt, aber auch nicht so schwer ist, um die Empfindlichkeit der Nadel zu beeinträchtigen.

Zwei Multiplicatorrollen (*m*) mit vielen Umwickelungen sehr feinen isolirten Kupferdrahtes sind mit ihren Holzgestellen so aneinandergefügt, dass sie in einer Hohlrinne die Achse des astatischen Nadelpaares aufnehmen, und zwar die ersterwähnte Nadel in die Höhlung der Holzspulen einschliessen, während die letztere an der Vorderseite des Multiplicators, welcher oben die Skala trägt, vorbeischwingt.

Die Skala ist jederseits vom Nullpunkt in 5 Theile, Milliampère, getheilt; jeder Theil ist noch einmal halbirt; die Aichung muss, wie gesagt, für jedes Instrument besonders geschehen. Vielfache Versuche haben es ermöglicht, die Einrichtung des Nadelpaares und des Multiplicators so zu treffen, dass die Ablenkung der Nadel der Stromstärke ganz proportional wird und die 10 je einen MA bedeutenden Grade der Skala unter einander fast gleich sind.

Die Dämpfung wird hier durch ein kleines, sehr dünnes und leichtes Blechrädchen von 25 cm Durchmesser bewirkt, welches sich um die Achse der astatischen Nadeln bewegt und in einem rechteckigen Einschnitt einen dünnen Metallstab quer einliegen lässt, welcher in gleicher Höhe wie der Einschnitt rechtwinklig an dem Zeiger befestigt ist. Demnach muss das Rädchen jede Schwingung der Nadel mitmachen; da es sich leicht dreht und trotz seiner Leichtigkeit bald in Schwung geräth, wird die Magnetnadel durch dasselbe vielleicht zu einem grösseren Ausschlag bestimmt, aber beim Zurückschlagen der Nadel infolge der dem Rädchen ertheilten Bewegung nach entgegengesetzter Richtung gehemmt u. s. w.

Thatsächlich macht die Nadel bei plötzlicher Einschaltung eines Stromes von 1 MA nur 2—3 Schwingungen, bis sie zur Ruhe kommt, 5—6 bei 2 MA, etwa 10—15 bei 5 MA.

Wie bei den Edelmann'schen Galvanometern ist auch hier eine Einrichtung getroffen, um die im Galvanometer kreisende Stromstärke abzuschwächen und dadurch eine so und so viel mal geringere Einwirkung auf die Magnetnadel

zu erzielen. Es geschieht dies wie dort durch Nebenschliessungen, welche durch vorn am Instrument angebrachte Stöpselvorrichtungen eingeschaltet werden können, sodass bei Stöpselung *I—I* der ganze Strom durch die Multiplicatorrollen hindurchgeht und die Nadel die vollen MA anzeigt, bei 2—2 nur die Hälfte, bei 4 nur ein Viertel. Bekomme ich also bei Stöpselung 4 einen Ausschlag der Nadel

Fig. 32.



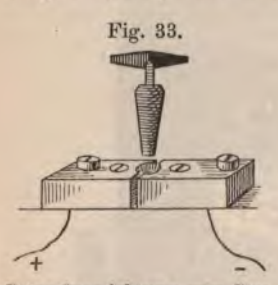
Absolutes Galvanometer (Hirschmann). Totalansicht.

von 5 MA, so habe ich denselben mit 4 zu multipliciren, um die wirkliche Stromstärke zu erhalten: also 20 MA, welches zugleich die höchste mit diesem Instrument zu messende Stromstärke bildet.

Die Multiplicatorrollen dieses Galvanometers setzen dem Strom einen Widerstand von 500 Ohm, und zwar auch dann, wenn durch die beiden eben erwähnten Stöpselungen Nebenschliessungen eröffnet worden sind. Es sind für diesen Fall die betreffenden Ersatzwiderstände in den Stromkreis eingeschaltet, um die 500 Ohm als Gesammtwiderstand des Galvanometers voll zu machen. Natürlich muss derselbe jederzeit in Betracht gezogen werden, und man muss sich darüber Rechenschaft geben, dass es besonders bei kleinen Stromstärken einen grossen Unterschied macht, ob das Galvanometer in den Stromkreis eingeschaltet ist oder nicht. Es soll späterhin noch darauf aufmerksam gemacht werden.

Die Multiplicator- und Widerstandsrollen, das astatische Nadelpaar, die Dämpfung u. s. w. sind in einem Holzkasten festgeschraubt, der hinten mit einem Schiebdeckel verschlossen und mittels langer Messingschrauben, welche auch den Contact mit dem + und —Pol der Batterie vermitteln, an den Boden des Apparates (der transportablen oder stationären Batterie) befestigt ist. Die Skala ist durch ein Glasfenster sichtbar. Vor oder seitlich vom Galvanometer befindet sich eine Stöpselvorrichtung: Zwei von einander getrennte Metallklötze, die durch einen Metallstöpsel in leitende Verbindung gesetzt werden; der eine Metallklotz ist mit dem +, der andere mit dem —Pol verbunden. Wird der Stöpsel in das Loch zwischen den Metallklötzen hineingesenkt, so wird ein Nebenschluss mit wenig Widerstand hergestellt, der nunmehr mit Umgehung des Galvanometers vom Strom benutzt wird: das Galvanometer ist ausgeschaltet. Wird der Stöpsel entfernt, so ist der Strom gezwungen, das Galvanometer zu durchlaufen: das Galvanometer ist eingeschaltet.

Fig. 33.



Stöpselvorrichtung zum Stromesschluss.

Durch die Anordnung des Magneten als astatisches Nadelpaar ist die Wirkung des Erdmagnetismus auf den

selben ausgeschlossen. Wie schon erwähnt, stellt sich der Zeiger vermöge seiner Belastung in eine genau verticale Ruhelage, in welcher er den Nullstrich der Skala decken muss. Ist dies nicht der Fall, so liegt die Schuld an der nicht ganz horizontalen Ebene, die dem Galvanometer als Standpunkt dient. Zur Correctur ist seitlich links eine Stellschraube angebracht, welche eine Verschiebung des Gehäuses und der Skala ermöglicht. Vor dem Gebrauch muss eventuell die Schraube so weit gedreht werden, bis der Zeiger den Nullstrich deckt.

Ein früherer Uebelstand dieses Galvanometers, dass die Achse der Nadel bei heftiger Schwingung zuweilen aus ihrem Lager heraussprang und dann das Instrument zum Theil aus einander genommen werden musste, um sie wieder einzusetzen, ist neuerdings durch eine praktische Arretirung der Nadel vermieden worden, welche durch eine aussen am Galvanometer angebrachte Schraube, die übrigens in der Figur nicht sichtbar ist, gehandhabt wird. Durch Drehen an der Schraube hebt man die Achse aus dem Lager und klemmt sie fest gegen einen kleinen Metallbogen, der sich über das Lager hinüber spannt. Löst man die Arretirung, so muss die Achse von selbst wieder in das Lager zurückfallen. Diese Einrichtung ist natürlich für die transportablen Apparate von besonderer Wichtigkeit.

Oft geschieht es beim vorsichtigen Einschalten sehr kleiner Stromstärken, dass die Nadel zuerst träge auf dem Nullpunkt verharrt, um dann plötzlich ruckweise weiterzugehen. Somit kann es vorkommen, dass man über die bereits eingeschaltete Stromstärke getäuscht wird. Vermieden wird dieses durch das Trägheitsmoment der Nadel bedingte unliebsame Vorkommniss, wenn man zuerst einen Strom durch das Galvanometer hindurchschickt, der die Nadelachse in ihren Lagern lockert und leichter beweglich macht, um dann erst mit der Untersuchung oder Behandlung zu beginnen.

Es kommt auch vor, dass die Nadel nach geöffnetem Strom sich nicht genau wieder auf den Nullpunkt einstellt, sondern nach dieser oder jener Seite um $^1/_{10}$ MA abweicht. Beruht dies auf der Trägheit der Nadel an und für sich,

so macht man durch Klopfen auf das Galvanometer den Schaden wieder gut; beruht es, wie auch häufig, auf Extraströmen, die durch Induction in den Multiplicatorrollen erzeugt sind, so wird die Abweichung meist durch einen neuerdings hindurchgeschickten Strom beseitigt.

Fig. 34.



Horizontalgalvanometer mit schwimmendem Anker von Hirschmann.

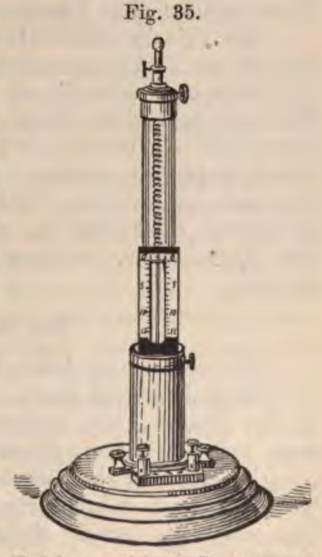
Vorkommnisse wie die genannten werden bei guten Instrumenten fast vollkommen vermieden; bei der Anschaffung hat man auf diese Fehler zu achten. Das absolute Galvanometer, wie es eben beschrieben, ist für stationäre Apparate berechnet und kostet 80 Mark (das Edelmann'sche Taschengalvanometer 30, das grosse Einheitsgalvanometer 150 Mark). Die transportablen Apparate

haben entsprechend kleinere und weniger kostspielige Galvanometer. Hoffentlich ist die Zeit nicht zu fern, in der ohne absolutes Galvanometer ein Apparat für constanten Strom überhaupt nicht mehr gefertigt wird!

Neuerdings hat Hirschmann ein Horizontalgalvanometer mit schwimmendem Anker konstruirt, welches sich im praktischen Gebrauch vorzüglich bewährt hat.

Der Anker ist mit einem Glasballon versehen, der ihn befähigt, in der von einem Metallgehäuse eingeschlossenen Alkohol-Wasser-Mischung zu schwimmen. Dadurch vermindert sich die Reibung auf der den Anker balancirenden Achatspitze auf ein Minimum. Zugleich macht die Flüssigkeit, in der sich der Anker bewegt, eine so vorzügliche Dämpfung, dass nach Stromesschluss eine fast sofortige Einstellung erfolgt. Die Skala ist auf 1—5 MA geaicht. Geeignete Vorrichtungen gestatten event. bis 20, 30, 200 MA abzulesen — je nach dem Zweck, welchem das Instrument dienen soll.

Fig. 35.



Kohlrausch'sche Stromwaage.

Eine für den Transport berechnete Hemmung hebt den Anker von der Achatspitze ab und drückt ihn gegen die das Metallgehäuse deckende Glasplatte, so dass das Instrument nunmehr jede Erschütterung aushält, ja selbst ohne Schaden auf den Kopf gestellt werden kann. Aus diesem Grunde dürfte es sich für transportable Batterien ganz besonders eignen.

Das Instrument wird in vier Grössen construirt zu den Preisen von 30, 60, 100 und 150 Mark.

Ausser den absoluten Galvanometern, wie sie von Edelmann, Hirschmann und auch anderen Firmen, z. B. Stöhrer in Leipzig, geliefert werden, ist

noch ein kleines Instrument zu erwähnen, welches da zu verwerthen ist, wo es nicht auf eine ganz exacte Strommessung ankommt, die Kohlrausch'sche Stromwaage. Eulenburg hat dieselbe für transportable Apparate empfohlen und in den Therapeut. Monatsheften 1887, S. 297, beschrieben.

Es besteht dieselbe aus einem kleinen Holzpostament, in welchem eine um einen Metallcylinder gewickelte Drahtspirale vertical lagert. In der Kuppe eines hohen Glascylinders, der dem Postament aufsitzt, ist eine Spiralfeder aus sehr feinem Draht aufgehängt, welche unten eine bis zu jener Drahtspirale herabreichende Magnetnadel trägt. Die Verbindungsstelle zwischen beiden wird von einem das Lumen des Glascylinders ausfüllenden Elfenbeinblättchen bezeichnet, welches als Zeiger auf der dem Glascylinder angeklebten Skala fungirt; die letztere hat eine Theilung in 15—20 MA; halbe MA können noch ziemlich gut abgelesen werden. Die Einstellung des Zeigers erfolgt fast momentan nach Stromesschluss ohne besondere Schwingungen.

Das Princip dieser Stromwaage, welche auch unter dem Namen Federgalvanometer bekannt ist, beruht auf der Thatsache, dass ein in einer Drahtspirale in gewisser Richtung kreisender Strom eine in der Nähe befindliche Magnetnadel in die Spirale hineinzieht. Somit können mit diesem Instrument auch nur Ströme einer bestimmten Richtung gemessen werden. Will man die Stromwaage in den Stromkreis einer Batterie einschalten, so muss dies vor dem Stromwender, zwischen diesem und der Batterie, geschehen.

Der Rheostat.

Die von einem jeden Element gelieferte Stromstärke ist verhältnissmässig gross. Setzt man z. B. eine Elektrode in den Nacken, die andere kleine auf das geschlossene Auge und schaltet ein Element ein, so empfindet man einen Lichtblitz, der bei jedem fernerhin zugeschalteten Element sich immer intensiver wiederholt. Das gleiche tritt ein, wenn die zweite Elektrode an anderen Stellen des Kopfes fixirt ist.

Bei elektrodiagnostischen Untersuchungen kommt es vor, dass beispielsweise 4 Elemente im Nervus ulnaris noch keine Zuckung auslösen, 5 Elemente bereits eine zu starke. Die Minimalzuckung, welche wir hervorrufen wollen, würde bei einer zwischen 4 und 5 Elementen liegenden Stromstärke sich einstellen.

Um also bei therapeutischen Applikationen die ungünstig wirkenden Schwankungen der Stromstärke zu vermeiden, und um andererseits in der Elektrodiagnostik über kleine Differenzen der Stromstärke zu verfügen, braucht man eine Vorrichtung, welche es gestattet, die Elemente bruchstückweise einzuschalten, bezw. die beabsichtigte volle Stromstärke in vielen kleinen Theilen und Abstufungen „einzuschleichen". Diese Vorrichtung ist der Rheostat.

Ein Apparat für den galvanischen Strom, an welchen für Diagnostik und Therapie solche Anforderungen gestellt werden sollen, kann also einen Rheostaten nicht entbehren.

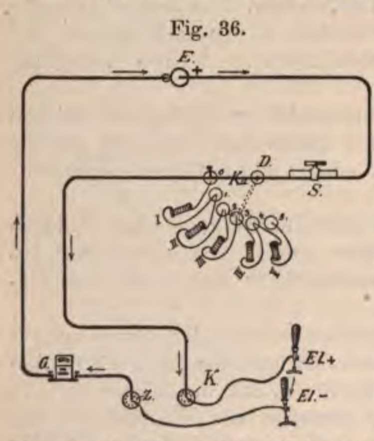
Die dem Rheostaten gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass man eine grössere Anzahl von bekannten, allmählich wachsenden Widerständen in den Stromkreis einschaltet.

Bei einem der gebräuchlichsten Rheostaten, dem Kurbelrheostat, wie er unter anderem auch dem stationären Apparat von Hirschmann (s. S. 99, auf der Figur vorn in der Mitte) beigefügt ist, bestehen die Widerstände aus Neusilberdraht, welcher, durch Seide wohl isolirt, um kleine Holzrollen herumgewickelt ist; es sind das die sogenannten Widerstandsrollen. Thatsächlich finden wir zwar die Drähte für die 32 abgemessenen Widerstände auf drei bis vier an der unteren Seite einer runden Holzplatte befestigten Rollen vereinigt, aber der besseren Schilderung wegen nehmen wir an, dass jeder Widerstandsdraht eine Rolle für sich in Anspruch nimmt. So trägt z. B. die Rolle *I* einen Neusilberdraht von 1 mm^2 Querschnitt und 8 m Länge, sodass derselbe einen Widerstand von 2 Ohm entspricht. Bei Rolle *II* ist der Draht 12 m lang, entsprechend

3 Ohm u. s. w., während bei Rolle 31 und 32 je 500 und 600 Ohm auf einmal dazu kommen; die letzteren grossen Widerstände werden durch weniger lange, aber sehr dünne Drähte hervorgebracht.

Jede dieser Widerstandsrollen (*I* bis *V* Fig. 36) steht mit Metallcontacten (0 bis 5) auf der oberen Seite der Holzplatte derart in Verbindung, dass, wie es in Fig. 37 sichtbar, der Contact 0 den einen Draht der Rolle *I* empfängt, während jeder der ferneren Contacte den zweiten Draht der vorhergehenden mit dem ersten der folgenden vereinigt. Auf den 32 in dieser Art im Kreise angeordneten Contacten schleift eine im Punkte *D* drehbare Kurbel *Ku.*

Fig. 36.



Rheostat im Hauptschluss (Schema). *E* Element (Batterie). *S* Stöpselung. *D* Drehpunkt der Kurbel *Ku*. *1. 2. 3. 4. 5.* Contacte. *I. II. III. IV. V.* Widerstandsrollen. *G* Galvanometer. *KZ* Pole der Batterie. *El* Elektroden.

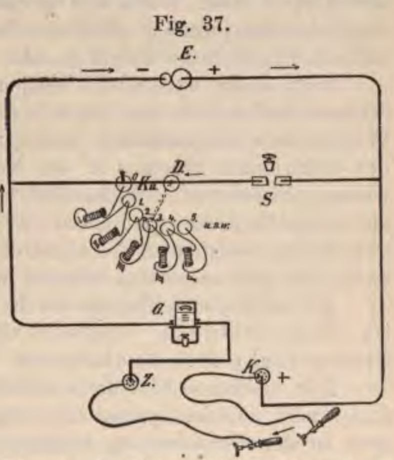
Diese sich immer wiederholende Form des Kurbelrheostaten kann nunmehr in doppelter Weise in den Stromkreis eingeschaltet werden: entweder in die Hauptleitung, und man spricht dann von dem Rheostat im Hauptschluss, oder in eine Nebenleitung als Rheostat im Nebenschluss.

Fig. 36 zeigt den Rheostaten im Hauptschluss. *E* bedeutet ein Element oder eine Batterie. Der Strom geht auf dem durch die Pfeile angedeuteten Wege: passirt den Rheostaten, dann die Klemmschraube *K*, die +Elektrode, den menschlichen Körper, die —Elektrode, die Klemmschraube *Z*, das Galvanometer und kommt dann zum Zinkpol der Batterie zurück. Steht die Kurbel *Ku* in der Richtung *Do*, so geht, wie man sieht, der Strom mit unverminderter Kraft zu den Elektroden. Dreht man nun die Kurbel von 0 auf den

Contact 1 — es sind die Contacte übrigens so angeordnet, dass die Kurbel schon den nächstfolgenden erreicht hat, bevor sie den vorhergehenden verlässt, um zu starke Widerstandsdifferenzen zu vermeiden —, dann auf Contact 2 u. s. f., so sieht man, wie nach einander die erste, zweite, dritte u. s. w. Widerstandsrolle vom Strom durchlaufen werden muss. Man bemerkt auch, dass, wenn die Kurbel auf 5 steht, die Widerstände der ersten 5 Widerstandsrollen sich addiren müssen, dass also, wenn die mit den Rollen *I* bis *V* nach einander eingeschalteten Widerstände 2, 3, 3, 3 und 4 Ohm betragen, mit dem Stande der Kurbel auf 5 ein Gesammtwiderstand von 15 Ohm eingeschaltet ist.

Die gleiche Bedeutung haben die neben den Contacten stehenden Zahlen 2 bis 5000. Steht also z. B. die Kurbel auf dem Contact mit der Zahl 4500, so bedeutet dies, dass 4500 Ohm in den Stromkreis eingeschaltet sind.

Fig. 37.



Rheostat im Nebenschluss (Schema). *E* Element (Batterie). *S* Stöpselung. *D* Drehpunkt der Kurbel *Ku*. *G* Galvanometer. *KZ* Pole der Batterie. *1. 2. 3. 4. 5.* Contacte. *I. II. III. IV. V.* Widerstandsrollen.

Nach dem Ohm'schen Gesetz wird bei der Anordnung wie in Fig. 36 die dem Körper zugeführte Stromstärke um so geringer werden, je weiter die Kurbel gedreht wird, je mehr Widerstände in den Stromkreis eingeschaltet sind; mit anderen Worten: **Ist der Rheostat im Hauptschluss eingeschaltet, so nimmt die Stromstärke ab mit wachsenden Widerständen.**

Anders liegt die Sache bei dem **Rheostat im Nebenschluss**, wie er in Fig. 37 schematisch dargestellt ist. *E* bedeutet wiederum das Element. Die **Hauptleitung**

geht in der Richtung der Pfeile auf geradem Wege durch *K*, die +Elektrode, den Körper, die −Elektrode, die Klemmschraube *Z*, Galvanometer *G* u. s. w. zum −Pol der Batterie zurück. Dieser Weg wird gewöhnlich vom Strom benutzt.

Nun existirt aber noch eine Nebenleitung, welche, in der Zeichnung bei *S* unterbrochen, durch Einsetzen des darüber schwebenden Stöpsels sofort gangbar gemacht werden kann; und da dieselbe dann aus einer fast gar keinen Widerstand bietenden metallischen Leitung besteht, so wird der ganze Strom, der vorhin den Körper durchströmte, nunmehr diesen widerstandslosen Weg wählen. Und wenn bei *E* unter solchen Umständen 50 Elemente eingeschaltet sind: der Körper wird nicht den geringsten Strom spüren und die Galvanometernadel nicht ausschlagen; der Strom gleicht sich in der Nebenschliessung aus.

Erst dann wird dem Körper wiederum ein kleiner Stromantheil zukommen, wenn in die Bahn der Nebenleitung Widerstände eingeschaltet werden; und je mehr der Lauf des elektrischen Stromes in der Nebenleitung durch immer weiter anwachsende Widerstände gehemmt wird, um so mehr wird er gezwungen, einen Zweigstrom der Hauptleitung zuzusenden, welcher an der allmählich vorrückenden Magnetnadel des Galvanometers erkannt wird.

Es ergiebt sich daraus die Regel: Ist der Rheostat im Nebenschluss eingeschaltet, so nimmt die Stromstärke mit wachsenden Widerständen zu.

Aus mehreren hier nicht näher zu erörternden Gründen findet man bei den galvanischen Apparaten den Rheostaten stets in der Nebenleitung eingeschaltet.

Die durch die Anwendung desselben zu erzielenden Vortheile sollen zum Ueberfluss noch durch einige Beispiele kurz erörtert werden.

Zur Galvanisation des Kopfes lege ich je eine Elektrode von 50 cm an Nacken und Stirn. Ich will 1 MA einschalten und brauche dazu den Strom von vier Elementen. Schalte ich dieselben einzeln ein, so empfinde ich bei jedem Uebergang der Kurbel des Elementenzählers von einem Element zum anderen einen Lichtblitz, das Zeichen für eine

durch starke Stromschwankung hervorgerufene Erregung der Netzhaut, die entschieden zu vermeiden ist. Statt dessen stöpsele ich die Nebenleitung, schalte die vier Elemente ein und kann nun durch Drehen an der Kurbel des Rheostaten den gewünschten Strom „einschleichen"; die Kurbel muss gegen 20 Contacte überwinden, bis die Nadel 1 MA anzeigt, d. h. es hat in 20 Abstufungen eine ganz allmähliche Erhöhung der Stromstärke stattgefunden.

Oder: Bei dem sehr leicht auf den galvanischen Strom reagirenden Nervus ulnaris soll, wie es in der Elektrodiagnostik üblich ist, die Minimalzuckung festgestellt werden, d. h. diejenige Stromstärke soll aufgefunden werden, welche im Nerven die kleinste Zuckung auslöst. Bei drei Elementen ist noch keine Spur davon zu entdecken, nehmen wir aber das vierte Element zu, so wird die Zuckung schon viel zu gross. In solchem Falle lernen wir ebenfalls die Bedeutung des Rheostaten schätzen. Wir verschaffen uns den nöthigen Bruchtheil des vierten Elementes, indem wir eben bei Einschaltung von vier Elementen den Rheostaten in der bekannten Weise verwerthen.

Das dem Rheostat im Nebenschluss zu Grunde liegende Gesetz lautet: Die Summe der Stromstärken aller Nebenleitungen ist gleich der Stromstärke der unverzweigten Leitung, und die Stromstärke jeder Nebenleitung steht im umgekehrten Verhältniss zu ihrem Widerstand.

Es ist vielfach von Interesse, genau zu bestimmen, mit wie grossen Widerständen wir es bei Durchleitung des galvanischen Stromes durch den menschlichen Körper zu thun haben; bekanntlich sind jene an verschiedenen Stellen auch durchaus verschieden. Es ist ein zweiter sehr grosser Vortheil des Rheostaten, dass wir dieselben daran ablesen können.

Beispielsweise wollen wir den Leitungswiderstand bestimmen, den der Kopf einem galvanischen Strom bietet, welcher mittels zweier Elektroden von je 50 cm in der Richtung vom Nacken zur Stirn durch denselben hindurchgeleitet wird. Wir schalten — mit oder ohne Rheostat — vier Elemente ein; die Galvanometernadel zeigt 1 MA an.

Nunmehr nehmen wir die Elektroden ab und ersetzen den Körper durch einen gar keinen Widerstand bietenden Draht; bei dem stationären Apparat dient diesem Zweck eine mit „Körper“ bezeichnete Stöpselung, die zu gleicher Zeit den Rheostaten in Hauptschluss einschaltet. Wir bekommen dann einen grösseren Nadelausschlag von 5 oder 6 MA, den wir durch Drehen an der Kurbel des Rheostaten so weit verringern, bis die eingeschalteten Widerstände die Stromstärke auf 1 MA zurückgeführt haben. Wir finden, dass dies bei 2500 Ohm der Fall ist, dass mithin dieser Widerstand dem des Kopfes gleichwerthig sein muss: der Kopf hat in dem gegebenen Falle ebenfalls einen Widerstand von 2500 Ohm geboten.

Hat man es mit Widerständen zu thun, die über die am Rheostat angezeigten 5000 Ohm hinausgehen, so muss man zu einer Berechnung seine Zuflucht nehmen, die indes sehr einfach ist.

Beispielsweise erhalten wir, wenn wir zwei kleine Elektroden von je 20 qcm Querschnitt dicht neben einander auf die Handfläche aufsetzen und 20 Elemente einschalten, einen Nadelausschlag $J_1 = 1{,}2$ MA. Wird nun der Körper ausgeschaltet und an dessen Stelle, während die 20 Elemente eingeschaltet bleiben, der Rheostat mit seinen 5000 Ohm Widerstand gebracht, so ergiebt sich ein Ausschlag von 3,0 MA.

Bei 20 Elementen hatten wir im ersteren Falle: $J_1 = 1{,}2$ und $W_1 = X + 500$ (Galvanometerwiderstand), im letzteren: $J_2 = 3{,}0$ und $W_2 = 5000 + 500$ (Galvanometerwiderstand). Die Stromstärken verhalten sich bei gleichbleibender elektromotorischer Kraft umgekehrt wie die Widerstände ($J_1 = \frac{E}{W_1}$ und $J_2 = \frac{E}{W_2}$, also: $E = J_1 W_1 = J_2 W_2$ oder: $J_1 : J_2 = W_2 : W_1$), daher entsteht in unserem Falle die Gleichung $1{,}2 : 3{,}0 = 5000 + 500 : X + 500$, woraus sich ergiebt:

$$X = 13250 \text{ Ohm}.$$

Diese Zahl ist der für den gegebenen Fall gefundene Widerstand. In ähnlicher Weise ist es möglich, alle Widerstände zu berechnen, unter einander zu vergleichen u. s. w.

Eine Annehmlichkeit des Rheostaten besteht, wie gesagt,

auch darin, dass man bei elektrodiagnostischen Untersuchungen eine nur sehr allmähliche Steigerung der Stromstärke herbeiführen kann. Auch gereicht es zum Vortheil, dass man die in der Batterie vorhandenen Elemente mehr gleichmässig ausnutzen kann, indem man von vornherein eine grössere Anzahl derselben einschaltet und dann mittels des Rheostaten das allmähliche Einschleichen vollzieht.

Metallrheostaten werden natürlich auch von einer Reihe von anderen mechanischen Werkstätten geliefert, z. B. von Reiniger in Erlangen, Blänsdorf in Frankfurt u. s. w.

Andere Constructionen von Rheostaten.

Der eben beschriebene Kurbelrheostat ist aus dem sog. Stöpselrheostat hervorgegangen, der von Siemens construirt und von Brenner in die medicinische Praxis eingeführt worden ist. Beiden sind die Widerstände aus Metalldraht gemeinschaftlich. Bei jenem wird die hier durch Kurbel und Schleifcontact vermittelte Einschaltung durch die gleiche Anzahl von Stöpselungen besorgt.

Fig. 38.

Ein grosser Uebelstand dieser Metallrheostaten ist ihr hoher Preis. Es sind daher eine Reihe anderer Constructionen ersonnen, die sich der Flüssigkeiten als Widerstände bedienen: die sogen. Flüssigkeitsrheostaten. Ein solches sehr bekannt gewordenes Instrument ist von Stöhrer, ein anderes von Runge construirt, ein drittes von Hirschmann. Bei letzterem, das durch nebenstehende Figur veranschaulicht wird, werden zwei Zinkstäbe in zwei mit $3^0/_0$ Zinkvitriollösung gefüllten Glasröhren mit Metallboden auf- und abgehoben; je

höher sie in die Höhe gedreht werden, desto länger wird die zwischen dem Ende der Zinkstäbe und den Polklemmen eingeschaltete Flüssigkeitssäule und desto grösser der Widerstand. Eine Skala, auf der sich zugleich mit den Zinkstäben ein Zeiger hin- und herbewegt, zeigt die Länge der vom Strom durchflossenen Flüssigkeitssäule an. Das Instrument ist besonders für transportable Batterien berechnet, wird im Hauptschluss eingeschaltet und giebt Widerstände bis 50,000 Ohm.

Ein erst neuerdings von Hirschmann construirter Flüssigkeitsrheostat entspricht noch mehr seiner Bestimmung

Fig. 39.



Flüssigkeitsrheostat neuester Construction.

für transportable Batterien. In einem Kästchen von Hartgummi befinden sich die beiden Rheostatpole als Fortsetzung der mit + und — bezeichneten Klemmschrauben. Der eine besteht aus einer dünnen Metallplatte, der andere aus einem massiven langen Metallstab. Soll das Instrument gebraucht werden, so wird die Schraube A abgedreht und durch diese Oeffnung unter Stellung der Schraube K auf „Maximum" (Widerstand) der kleine Kasten mit reinem Wasser gefüllt, welches mit mehr oder weniger Widerstand die Leitung

zwischen den beiden Rheostatpolen vermittelt. Um den senkrecht stehenden Metallstab als Achse dreht sich als Fortsetzung der Schraube *K* eine Hartgummihülse, welche nach der Seite des anderen Poles mit einem grossen ovalen Fenster versehen ist und im übrigen genau in die Bohrung des Kastens hineinpasst. Durch Dehnung der Hülse wird das Fenster an der Metallachse verschoben, und so kann durch Drehung der Schraube *K* mehr oder weniger Metall mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht werden, weniger oder mehr Widerstand je nachdem eingeschaltet werden.

Das Instrument, welches sehr zuverlässig arbeitet (auch nur 30 Mark kostet), schaltet Widerstände von 200 bis 50,000 Ohm ein. Es kann leicht an jeder Batterie oder Inductionsapparat angebracht werden, indem die negative Polklemme der Batterie mit dem einen, der negative Leitungsdraht mit dem anderen Pol des Rheostaten verbunden wird. Durch die Stellung „Maximum" bei *Z* wird jeder Strom fast = 0 (dies muss also die Anfangsstellung sein) und durch Drehung des Knopfes *K* nach links allmählich verstärkt. Freilich ist das kleine Instrument nicht auf eine grössere Reihe abgemessener Widerstände geaicht und ist daher auch die genaue Bestimmung von Widerständen damit unmöglich.

Stationäre Apparate für constanten und inducirten Strom.

Bei der Vereinigung von Elementen zu Batterien, welche medicinischen Zwecken dienen sollen, ist nicht nur die Auswahl der Elemente selbst für jeden speciellen Zweck von der grössten Wichtigkeit; sondern auch die bequeme Anordnung der Elemente, sodass sie leicht nach einander derart ein- und ausgeschaltet werden können, dass nur Schwankungen der Stromstärke von höchstens einem Element stattfinden, ist ein Haupterforderniss.

Heutzutage sollte kein elektrischer Apparat mehr als brauchbar für ärztliche Zwecke angesehen werden, wenn er nicht ein absolutes Galvanometer enthält.

Auch ein Rheostat, sei er welcher Art er wolle — er braucht nicht genau abgemessene Widerstände anzugeben, sondern überhaupt nur das Ein- und Ausschleichen des

Stromes zu ermöglichen, scheint mir für Behandlungen etwas sensibler Organe unerlässlich zu sein.

Nothwendig ist auch ein Stromwender, durch welchen der +Pol zum — gemacht wird, und umgekehrt, um einmal bei elektrischen Untersuchungen die Einwirkung von Anode und Kathode schnell hinter einander vergleichen und fernerhin durch die sogen. „Volta'schen Alternativen" starke Reize ausüben zu können; der Stromwender muss so eingerichtet sein, dass er auch blosse Schliessungen und Oeffnungen des Stromes gestattet.

Für die Apparate, welche den constanten und inducirten Strom vereinigen, braucht man eine Vorrichtung zur beliebigen Einschaltung bald dieses, bald jenes Stromes (d. h. der Leitungen für dieselbe), bald beider zusammen, des sogen. gemischten Stromes (de Watteville) — welche „Stromwechsler" genannt wird.

Es muss als Forderung aufgestellt werden, dass jeder den Apparat, mit dem er arbeitet, ganz genau kennt. Dazu gehört auch, dass er mit dem Gang der Leitungen, durch welche die Elemente, Rheostat oder Galvanometer eingeschaltet sind, vertraut ist. Den Zweck einer jeden am Apparat angebrachten Schraube muss man sich klar zu machen suchen, um bei etwaigen Functionsstörungen sich nicht auf den Instrumentenmacher verlassen zu müssen, der nicht gleich bei der Hand sein kann, während die Patienten warten. Das gleiche gilt von der Batterie selbst.

Eine Anzahl von Firmen hat sich um die Herstellung und Verbesserung solcher Apparate mehr oder weniger grosse Verdienste erworben. Unter diesen sind besonders zu nennen — abgesehen von den ausländischen — Stöhrer in Leipzig, Hirschmann und Krüger in Berlin, Reiniger in Erlangen, Blänsdorf in Frankfurt a. M. u. s. w. Wenn an dieser Stelle vorzugsweise die Erzeugnisse der mechanischen Werkstatt von Hirschmann erwähnt werden, so geschieht es, weil Verf. gerade mit diesen Apparaten immerfort arbeitet und am meisten mit ihnen vertraut geworden ist. Die Vorzüge, welche die Apparate anderer Fabriken aufweisen, sollen dabei nicht verkannt werden.

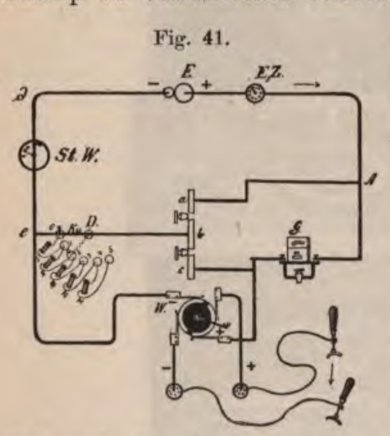
Fig. 40.



Die grossen stationären Apparate für constanten und inducirten Strom sind unter allen zu erwähnenden die vollkommensten und entsprechen allen Anforderungen, welche die ärztliche Wissenschaft und Technik an sie zu stellen berechtigt ist. Deshalb soll auch eine genauere Schilderung derselben an die Spitze dieses Abschnittes gestellt werden. In verkleinertem Maassstabe sind die Verhältnisse auf die transportablen Batterien zu übertragen; jedenfalls bleibt das Princip der verschiedenen Constructionen das gleiche.

Der Apparat nach Prof. Eulenburg, wie er von Hirschmann hergestellt wird, ist entweder ein Schrank, der die Elemente, Leitungen und die genannten Vorrichtungen in sich vereinigt, oder die Elemente sind in einem besonderen Schrank untergebracht und durch die gehörige Anzahl von Leitungen mit dem eigentlichen Apparat verbunden, welcher in Form eines Tisches auf seiner Platte Elementenzähler, Rheostat etc. enthält.

Fig. 41.



Schema des Stromlaufs im stationären Hirschmann'schen Apparat. *E* Element. *EZ* Elementenzähler. *St* Stromwechsler. *ab* und *bc* Stöpselungen. Bei *A* Verzweigung der Leitung. *G* Galvanometer. *D* Drehpunkt für die Kurbel *Ku.* *1. 2. 3. 4. 5* Contacte. *I. II. III. IV. V* Widerstandsrollen. *W* Stromwender.

Die Fig. 41 ist dazu bestimmt, den Lauf des Stromes innerhalb des Apparates schematisch darzustellen. *E* ist die Batterie, rechts findet sich der +Pol, von welchem der Strom ausgeht. Der Elementenzähler *EZ*, durch welchen der Strom nach Belieben verstärkt und abgeschwächt werden kann, ist zuerst in die Leitung eingeschaltet. Im weiteren Verlaufe theilt sich die Leitung:

Die Hauptleitung geht durch Galvanometer *G* und Stromwender *W* zu den Polklemmen, um mittels der Leitungsschnüre und Elektroden auf den Körper übergeführt zu werden u. s. w. Derselbe kommt dann zur Verwendung, wenn mit Ausschluss des Rheostaten gearbeitet wird.

Zwei Nebenleitungen, welche sich von der Hauptleitung bei *A* nach *a* und nach *c* hin abzweigen, dienen zur Einschaltung des Rheostaten; die erste Nebenleitung, welche durch Stöpselung zwischen den Metallklötzen *a* und *b* für den weiteren Weg durch *De* gangbar gemacht wird, bringt in Beziehung zum Körper den Rheostaten (*Do*) in Nebenschluss, sodass durch Einschaltung von Widerständen der den Körper durchfliessende Strom vermehrt wird.

Dieser in die Hauptleitung gedrängte Stromantheil nimmt wiederum seinen Weg durch Galvanometer und Stromwender. Die vorhin erwähnte Stöpselung trägt am Apparat die Bezeichnung „Körper“.

Die zweite Nebenleitung, welche sich von der Hauptleitung nach *c* hin abzweigt, und durch eine Stöpselvorrichtung mit der Bezeichnung „Batterie“ geschlossen werden kann, ist einer directen metallischen Verbindung zwischen den Polklemmen gleichwerthig, sie schliesst also den Körper vom Stromkreis aus. Diese Nebenleitung bedeutet einen directen Schluss des Stromkreises in der Batterie selbst; sie kann daher auch als ein Leitungskreis aufgefasst werden, in welchem der Rheostat bei *D* im Hauptschluss eingeschaltet ist; durch Vermehrung der Widerstände wird die am Galvanometer angezeigte Stromstärke vermindert. Es dient diese Vorrichtung zur Bestimmung von Körperwiderständen mittels des Rheostaten (vgl. S. 93).

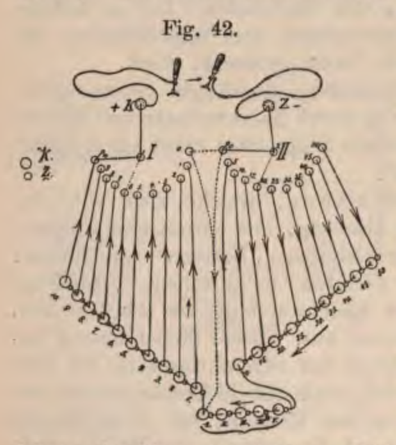
Zwischen dem Rheostaten und dem —Batteriepol ist in den rückläufigen Strom noch der Stromwechsler (*StW*) eingeschaltet, mittels dessen man durch Drehen an einer Kurbel sich bald des galvanischen, bald des faradischen, bald des Galvanofaradischen Stromes bedienen kann. Eine weitere Stöpselvorrichtung, mit „Inductions-Batterie“ bezeichnet, dient bei gleichzeitiger Stellung der Kurbel des Stromwechslers auf *S* (secundärer Strom), und bei Ausschaltung von Rheostat und Galvanometer zur Einschaltung

des faradischen Stromes, der nunmehr von den gleichen Polklemmen, Leitungsschnüren u. s. w. wie der galvanische Strom abgeleitet werden kann.

Es erübrigt nun noch, auf die Einrichtung des Elementenzählers und des Stromwenders etwas genauer einzugehen.

Die 60 Elemente Daniell-Siemens sind, wie es die Fig. 42 angiebt, in folgender Weise geschaltet: ◯ bedeutet das Kupfer (*Cu*), ○ das Zink (*Z*) des Elements, die kleinen Kreise, welche die Bezeichnungen von 0 bis 10 und von 0 bis 50 tragen, die Contacte des Elementenzählers, welche auf dem Apparat thatsächlich in Form zweier Kreise auf runden Hartgummiplatten angeordnet sind. Das Netz der Leitungen, welche aus wohl isolirten Kupferdrähten bestehen, läuft bis zur untern Seite der Platte des Apparates, wo durch viele Schrauben die erforderliche Verbindung mit den Contacten der Elementenzähler und des Stromwechslers oder mit den Metallklötzen der Rheostat- und Galvanometerstöpselung hergestellt ist.

Fig. 42.



Schema der Elementenschaltung. ◯*K* Kupferpol, ○*Z* Zinkpol des Elements. *I* Kurbel zur Einschaltung der einzelnen Elemente. *II* Kurbel zur Einschaltung von 5 zu 5 Elementen. +*K* und *Z*— Pole der Batterie.

In der Batterie ist das zehnte Element (Nr. 10) mit seinem *Cu*-Pol mit dem Contact 10 (*C* 10) verbunden und so fort jeder *Cu*-Pol bis Nr. 1 mit dem gleichnamigen Contact, während das *Z* des einen mit dem *Cu* des nächstfolgenden Elementes in directer Verbindung steht (die Elemente sind „hintereinandergeschaltet").

Der „Elementenzähler" *I* gestattet die Einschaltung von

10 Elementen nacheinander mittels einer Metallkurbel mit Elfenbeingriff, welche sich in *I* dreht, zuerst auf 0 steht und auf den Contacten so schleift, dass sie den einen erst dann verlässt, wenn sie den nachfolgenden berührt hat. Steht die Kurbel auf 3, so sind 3 Elemente in den Stromkreis eingeschaltet, rücke ich sie weiter auf 4, so wird ohne Ausschaltung derselben das 4. Element zugeschaltet etc.

Der Elementenzähler *II* gestattet in analoger Weise die Einschaltung von 5 zu 5 Elementen und zwar derart, dass sich die Einschaltungen von *I* und *II* summiren. Steht z. B. bei *I* die Kurbel auf 5, bei *II* auf 20, so sind im ganzen 25 Elemente im Stromkreis.

In der Batterie sind je fünf Elemente wieder hintereinander geschaltet: *Z* von *I* mit *Cu* von *II*, *Z* von *II* mit *Cu* von *III* u. s. f. verbunden, während *Z* von 1 wieder mit *Cu* von *I* in Verbindung steht. Contact 5 erhält eine Leitung zum *Z* von *V*, und ebenso ist jeder Zinkpol des letzten von je fünf Elementen mit dem gleichnamigen Contact verbunden.

Nunmehr fehlt noch eine Leitung, nämlich zu dem *Cu*-Pol von *I*, des ersten der ersten fünf Elemente. Es wird derselbe mit dem Contact *O* an beiden Elementenzählern verbunden und dadurch einmal ermöglicht, dass bei Stand der Kurbel auf *O* alle Elemente in Ruhe sind; und fernerhin wird dadurch die Bahn für den Rücklauf des Stromes der ersten zehn Elemente geschaffen, wie aus Fig. 41 leicht ersichtlich, während bei Einschaltung von z. B. 25 Elementen bei *II* der Strom auf der Bahn 25 = 25 nach der Batterie zurückläuft. Der Stromeszufluss (+Pol) geschieht immer auf der Bahn vom *Cu*-Pol des letzten bei *I* eingeschalteten Elementes, also, bei Einschaltung von 3 Elementen bei *I* sowohl mit wie ohne Einschaltung von z. B. 15 Elementen bei *II*, in der Bahn 3—3.

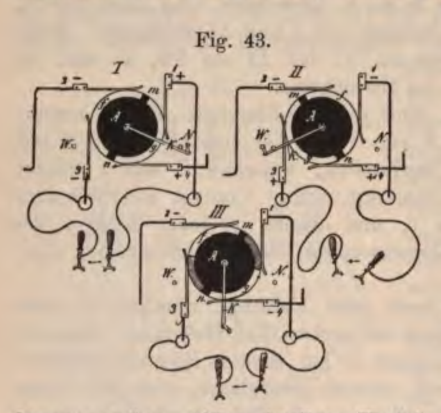
Die umstehende Figur wird alle diese Verbindungen klar zu machen im Stande sein.

Der Stromwender (s. Fig. 41 und Fig. 43 *I*, *II*, *III*) hat folgende Einrichtung:

Vier Metallklötze halten vier in der bezeichneten Weise angeordnete Metallfedern: 4 und 2 werden unter der Tisch-

platte mit dem + und —Pol der Batterie verbunden. Zwischen den Federn schleift ein mittels einer Kurbel *K* um eine Achse *A* drehbares Rad aus Hartgummi, welches bis auf die schmalen Hartgummistellen *m* und *n* (Fig. 43 *I* und *II*) die halbkreisförmigen Metallbelegungen *f* und *g* trägt; die letztern sind im Verein mit den Metallfedern dazu bestimmt, die Leitung zwischen den Metallklötzen herzustellen. Steht die Kurbel, welche bei *N* und *W* (Normalstellung - Wendung) durch Metallstifte gehemmt wird, wie bei *I*, so geht der + Strom durch *g* nach Metallklotz 1, der — durch *f* nach 2, bei *II* der + von 4 durch *g* nach 3 und der — von 2 durch *f* nach 1. Die die Metallbelegungen isolirenden Hartgummiräume *m* und *n* können durch eine besondere Vorrichtung, mittels welcher durch Zug nach oben je ein Theil jedes Halbkreises ausgeschaltet wird, vergrössert werden. Stellt man zwei der Federn auf diese Stelle wie bei Stellung *III*, so ist der Strom unterbrochen.

Fig. 43.



Stromwender. *I* Normalstellung (Kurbel *K* bei *N*). *II* Wendung (Kurbel *K* bei *W*). *III* Strom geöffnet. *A* Hartgummiplatte. *fg* Metallränder. *mn* Hartgummi-Einlagen in den Metallrändern. *1. 2. 3. 4* Klötze zum Halten der Federn und zur Verbindung mit den Leitungsdrähten.

Der Stromwender gestattet also Schliessung, Unterbrechung und Wendung (Volta'sche Alternative) des Stromes.

Ganz rechts auf der Tischplatte ist der Inductions-Apparat, ein sogenannter Schlittenapparat nach Du Bois-Reymond angebracht. Das Princip desselben ist schon S. 65 erklärt und es wird auch das Verständ-

niss der einzelnen Theile auf keine Schwierigkeit mehr stossen.

Der Inductionsstrom wird, wie gesagt, von den gleichen Polklemmen wie der constante Strom abgeleitet.

Rheostat und Galvanometer können für den Inductionsstrom nicht in Anwendung gezogen werden.

Der Wagner'sche Hammer kann durch das Herausziehen eines in ihn hineingeschobenen mit einer Kugel versehenen Messingstückes verlängert und dadurch seine Schwingungszahl herabgesetzt werden. Diese Einrichtung, welche unter dem Namen des Meyer'schen Kugelunterbrechers bekannt und bei allen grösseren Inductionsapparaten angebracht ist, wird in der Elektrotherapie benutzt; man verspricht sich von den langsam auf einander folgenden Inductionsschlägen eine intensivere, durchdringendere Stromeswirkung.

Die Verstärkung und Abschwächung des Stromes geschieht durch Verschiebung der in einer Leitbahn sich bewegenden secundären Spirale, was entweder mit der Hand oder neuerdings durch eine sehr zweckmässig eingerichtete Stellschraube bewerkstelligt wird. Der Boden jener Leitbahn trägt eine in cm und mm eingetheilte Skala, an welcher der Stand der secundären Spirale abgelesen werden kann. Gegenwärtig wird derselbe, in mm ausgedrückt, als Maass der Stromstärke für den Inductionsstrom anerkannt (Conferenz der Elektriker in Paris 1881), jedoch muss man sich vergegenwärtigen, dass ein Rollenabstand (*RA*) von beispielsweise 75 mm bei Instrument *A* nicht die gleiche Stromstärke wie bei *B* zu haben braucht, dass im Gegentheil eine Uebereinstimmung zweier Instrumente in dieser Beziehung auf einen blossen Zufall herauskommen würde; man muss auch wissen, dass z. B. eine elektromagnetische Untersuchung mit demselben Instrument und bei denselben Elementen von heute nicht den gleichen RA ergeben wird, wie eine vor 3 Monaten vorgenommene, — gleiche Reactionsverhältnisse vorausgesetzt — weil die elektromotorische Kraft der Elemente sich mittlerweile abgeschwächt hat.

Weil jedoch eine Vergleichung der verschiedenen Resultate in ähnlicher Weise wie bei dem constanten Strom

ausserordentlich wünschenswerth erscheint, so verdient der von der Pariser Conferenz gemachte Vorschlag besondere Beachtung, — Normalinductionsapparate einzuführen, bei denen Spulen-Länge und Durchmesser, Draht-Durchmesser und Windungszahl, Elemente und deren Widerstand übereinstimmen. Praktisch stösst dieses Verlangen indes auf vorläufig kaum überwindliche Schwierigkeiten. (Elektrotechn. Zeitschrift. 1881. S. 429. — Poggendorf's Annalen d. Physik. 1878.)

Das Bedürfniss, auch eine

Messung des faradischen Stromes nach absolutem Maass

ausführen zu können, hat Edelmann in München veranlasst, einen absolut geaichten Inductionsapparat (von v. Ziemssen Faradimeter genannt) zu erdenken und auszuführen.

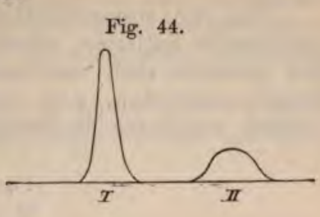
Durch bezügliche Versuche ist festgestellt worden, dass die Quantität, die Elektricitätsmenge für die physiologische Wirkung der Elektricität (Nerv- und Muskelzuckung) nicht von ausschlaggebender Bedeutung ist. Von vornherein war dies anzunehmen, da auch der mit minimaler Quantität ausgerüstete Franklin'sche Strom Zuckungen auslöst, und es hat sich gezeigt, dass Einzelschläge des Condensators, des inducirten Oeffnungsstromes und des galvanischen Stromes, vorausgesetzt, dass sie von gleicher Spannung und gleicher Dauer sind, bei fast absolut gleichwerthiger physiologischer Wirkung ein Verhältniss ihrer Quantität von 7 : 21 : 600 aufweisen (von Ziemssen).

Die Quantität ist also nicht zum Maassstab für den zu physiologischen und therapeutischen Zwecken verwandten Inductionsstrom zu benutzen.

Andrerseits ist experimentell festgestellt worden, dass die Intensität der Zuckung abhängt von der Entladungskurve. Der Strom kann bei kurzem Schluss entweder sehr plötzlich bis zu seiner höchsten Intensität ansteigen und ebenso steil wieder abfallen, oder er kann mehr allmählich mit geringerer Energie ansteigen, sich kurze Zeit auf dieser Höhe erhalten und dann wieder allmählich ab-

sinken. Auf diese Weise würden zwei Entladungskurven von folgender Gestalt entstehen:

Fig. 44.



Unter sonst gleichen Verhältnissen ist die erstere die physiologisch wirksamere. Um aber eine solche Entladungskurve wie *I* hervorzubringen, bedarf der Strom einer relativ höheren Spannung wie bei *II*. Es hat sich auch herausgestellt, dass der faradische Strom den Widerstand der Haut um so leichter überwindet, eine je höhere Spannung er besitzt — also zwei Momente, die die Bedeutung der Spannung für die physiologische Wirkung des faradischen Stromes beweisen.

Von diesen Ueberlegungen ausgehend, hat Edelmann den absolut geaichten Inductionsapparat construirt und erreicht praktisch seinen Zweck dadurch, dass er die primäre Rolle mit einem Strom von constanter Intensität (von 400 MA) speist, welche durch geeignet angebrachte Widerstände stets auf der gleichen Höhe gehalten wird. Eine nicht sehr einfache Berechnung gestattet es dann, den Abstand der secundären Rolle von der primären mit einer nach Volts geaichten Skala zu versehen, von welcher die Spannung des in den Körper hineingeschickten Stromes direct abgelesen werden kann.

Die Zeit ist zu kurz, als dass sich der absolut geaichte Inductionsapparat bereits in der Praxis hätte einbürgern können; es steht auch noch nicht ausser allem Zweifel, ob er sich in der gegenwärtigen Form bewähren wird. Deshalb soll hier von einer eingehenden Schilderung Abstand genommen werden. Die Interessenten verweise ich auf die bezügliche Literatur: Edelmann, Elektrotechnik für Aerzte. v. Ziemssen u. Edelmann, Deutsch. Arch. f. Klin. Med. 1891. S. 138. Stintzing, Deutsch. med. Woch. 1890. S. 1098.

Die transportablen galvanischen Batterien.

Von der ausserordentlich grossen Zahl transportabler galvanischer Batterien, welche ein Bedürfniss der heutigen Zeit geworden sind, und welche mehr oder weniger ihrem Zweck entsprechen, wenn sie nur die zu Anfang dieses Capitels erwähnten Bedingungen (absolutes Galvanometer

Fig. 45.



Tauchbatterie (von Hirschmann).

u. s. w.) erfüllen, dürfte eine in's einzelne gehende Beschreibung bald ermüdend wirken. In den Katalogen, welche die genannten Firmen bereitwilligst versenden, wird man auch nach Befriedigung des eigenen Geschmacks nicht vergebens suchen. Bei der Auswahl einer transportablen Batterie verfahre man nach dem Princip „so gut und theuer wie möglich". Wenn man sich die allgemeinen hier ausführlich erörterten Principien, welche bei den Batterien in Frage

kommen, klar gemacht hat, dann wird man sich nach der jedem Apparat beigegebenen Beschreibung oder „Gebrauchsanweisung“ mit Leichtigkeit in die Construction des eigenen Apparates hineindenken und ihn sachgemäss gebrauchen können.

Fast alle transportablen Batterien sind „Tauchbatterien“, d. h. die Elemente, meist aus Zink und Kohle

Fig. 46.



bestehend, werden in die Chromsäurelösung hineingesenkt, um nach dem Gebrauch sofort wieder aus ihr emporgehoben zu werden. Zur Einschaltung der einzelnen Elemente dienen Schiebevorrichtungen, wie z. B. bei der nebenstehend abgebildeten Batterie von Hirschmann, an welcher nur der Rheostat noch fehlt.

An diese sogenannten Elementenzähler muss für alle transportablen Batterien die Anforderung gestellt werden,

dass die Elemente damit einzeln eingeschaltet werden können. Schaltungen von 2 : 2 oder gar von 5 : 5 Elementen liefern so plötzliche Stromschwankungen, dass man an eine Behandlung sensibler Organe, wie z. B. des Gehirns, mit diesen Apparaten nicht denken kann. Auch für Neuralgien würden dieselben nicht zu brauchen sein.

Ein guter Rheostat würde immerhin auch der Einzelschaltung der Elemente noch vorzuziehen sein. Indessen ist es eine technische Schwierigkeit, so kleine Metallrheostaten mit in Ohm abgemessenen Widerständen anzufertigen, und man müsste sich also mit den anderen Formen von Rheostaten bei den transportablen Apparaten begnügen (vgl. S. 95).

Die Erregungsflüssigkeit muss öfters erneuert werden; sie wird sofort erregungsunfähig, sobald man einmal vergessen hat, die Elemente aus ihr emporzuheben.

Wegen der immerhin mit den Tauchbatterien verbundenen Unbequemlichkeiten hat Blänsdorf eine Batterie aus Elementen mit fester Erregungsmasse („Trockenelemente“, vgl. S. 53) nach der Angabe von Dr. Stein construirt, welche zwar keine grosse elektromotorische Kraft besitzt, aber eine anerkennenswerthe Constanz, sodass sie für therapeutische Zwecke recht gut zu verwerthen ist.

Die transportablen Inductionsapparate.

Etwas ähnliches wie für die transportablen galvanischen Batterien gilt für die transportablen Inductionsapparate. Eine Unmenge verschiedener Constructionen, die schliesslich alle ihren Zweck erfüllen.

Zum Treiben der Inductionsapparate werden am zweckmässigsten Leclanché-Elemente oder Thermosäulen benutzt.

Der Strom wird verstärkt und abgeschwächt durch Verschiebung der secundären Spirale gegenüber der primären, ausserdem noch durch ein mehr oder weniger in die primäre Spirale hineinzuschiebendes Bündel aus weichen von einander wohl isolirten Eisenstäben, welche als Elektromagnete verstärkend oder abschwächend auf den Strom der

primären Spirale wirken, je mehr sie ihr genähert oder von ihr entfernt werden.

Der ganze Apparat, wie ein solcher nachstehend ab-

Fig. 47.



Transportabler Inductionsapparat.

gebildet ist, ist in einem bequem und leicht transportablen Kasten untergebracht, welcher in einer kleinen Schublade auch die nöthigen Nebenapparate, die Leitungsschnüre und Elektroden beherbergt.

Die Leitungsschnüre und Elektroden.

Zur Ueberleitung des elektrischen Stromes zum menschlichen Körper braucht man biegsame metallische Leitungen, die sogenannten Leitungsschnüre, welche aus vielen dünnen Kupfer- oder Messingdrähten zusammengedreht und mit Seide übersponnen sind. Zum Schutz gegen Feuchtigkeit u. s. w. sind sie noch mit Kautschukschläuchen überzogen. Die Enden der Schnüre sind von einer Metallhülse fest umgeben, aus der ein Messingstift hervorragt, um in die Schraube der Polklemme einerseits und der Elektrode andrerseits eingeschraubt zu werden.

Die beiden zur Zuleitung des +Pols und Ableitung des —Pols vom Körper dienenden Schnüre sind zweckmässigerweise durch verschiedene Farbe der Kautschukschläuche (roth und schwarz) als solche bezeichnet. Man muss sich daran gewöhnen, beispielsweise den schwarzen Schlauch stets mit dem +Pol der Batterie zu verbinden, den rothen stets mit dem —Pol. Dann wird man jederzeit über die Stellung von Anode und Kathode am Körper orientirt sein, ohne etwaige Verschlingungen oder Kreuzungen der Leitungsschnüre vorher entwirren oder lösen zu müssen.

Andere Verbindungen der Leitungsschnüre mit Elektroden und Batteriepolen als mittels Schrauben haben sich nicht so zuverlässig und practisch erwiesen.

Zur Einleitung des elektrischen Stromes in den Körper braucht man die Elektroden, mehr oder weniger grosse der Form der einzelnen Körpertheile angepasste Metallplatten, welche mittels der für jeden Zweck besonders construirten Elektrodengriffe oder -halter, an die sie angeschraubt werden, entweder mit der Hand oder durch mechanische Vorrichtungen festgehalten werden.

Zur Application auf die äussere Haut der Brust, des Kopfes, der Extremitäten u. s. w. bedient man sich kreisrunder oder rechteckiger Messingscheiben, von denen die ersteren meist aus massivem Metall und in kleinerer Form gefertigt werden, während die umfangreicheren rechteckigen biegsam sind und mit der Hand den betreffenden Formen Körpertheils angebogen werden können, sodass z. B.

die für Stirn oder Nacken passende Platte eine dementsprechende Wölbung erhält u. s.w.

Sämmtliche Plattenelektroden müssen mit der Zahl ihres Querschnitts in cm² versehen sein; dies ist eine Forderung, von deren practischer Wichtigkeit noch oft gesprochen werden soll. Man wählt nach dem Vorschlag von Erb die Zahlen des Decimalsystems für die Querschnitte und stellt Elektroden von 10, 20, 30 u. s. w., 100 und 150 bis 400 cm² Querschnitt her. Man giebt ihnen von 10 bis höchstens 50 cm² die runde, von da ab die rechteckige Form und nennt eine Elektrode von 10 cm² Querschnitt die Erb'sche Normalelektrode.

Fig. 48.



Platten-Elektrode (50 cm²).

Es lag in der Absicht von Erb, diese Normalelektrode für elektrodiagnostische Untersuchungen ausschliesslich einzubürgern, bei welchen es des Vergleiches wegen darauf ankommt, dass nicht nur von demselben, sondern auch von verschiedenen Untersuchern stets die gleiche Elektrode verwandt wird. Eulenburg und Stintzing ziehen eine kleinere Elektrode von 3 cm² zu gleichem Zwecke vor, welche auch von mir zu elektrodiagnostischen Untersuchungen ausschliesslich benutzt wird; es ist diese Elektrode von 3 cm² Querschnitt als Stintzing'sche Normalelektrode bekannt.

Fig. 49.



Knopfförmige Elektrode.

Noch kleinere Elektroden, die als knopfförmige bezeichnet werden, können zuweilen verwandt werden, wo es auf besonders circumscripte Reizung ankommt.

Für grössere Elektroden als 150 cm² Querschnitt liegt im allgemeinen kein Bedürfniss vor; nur bei der Elektrolyse werden auch Platten von 300—400 cm² Querschnitt gebraucht, wenn hohe Stromstärken von 100 MA und mehr in Verwendung kommen.

Wollte man die Elektroden mit ihren Metallflächen unmittelbar auf die Haut setzen, so würden Aetzungen eintreten,

die, abgesehen von der Schmerzhaftigkeit, die weitere Application des elektrischen Stromes hindern würden. Daher „bezieht“ man die Elektroden entweder mit einem Schwamm („Schwammkappenelektroden“) oder, was praktischer ist, mit ungewachster Leinwand, nachdem man vorher ein für jede Elektrode eigens zugeschnittenes Stück Moosmasse, welche in grossen Platten käuflich ist, der Elektrode angelegt hat. Die

Fig. 50.



Moosmasse quillt im Wasser auf, und während sie den Leinwandüberzug etwas anspannt, bietet sie ein elastisches Polster, welches zugleich die für eine gute Leitung unentbehrliche Flüssigkeit vortrefflich zurückhält. Sobald die Leinwand schadhaft geworden, kann man leicht mit eigener Hand den Bezug erneuern. Es empfiehlt sich, wöchentlich einmal die Elektroden mit kochendem Wasser auszubrühen, hauptsächlich, um die von der Haut der Leinwand mitgetheilten Fettstoffe zu entfernen.

Fig. 51.

Elektrode mit Kugelgriff (Erb).

Die Elektrodenhalter haben zum grossen Theil die Form bequemer Holzgriffe, die mit der Hand festgehalten werden; dieselben sind theils lang (Fig. 50), theils kugelförmig mit kurzem Fortsatz, um mit der Hand umspannt zu werden. Die letztere Form ist von Erb für die allgemeine Elektrisation angegeben und in der That dafür sehr geeignet.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Unterbrechungselektrode zum Zweck plötzlicher Oeffnungen und Schliessungen im metallischen Theil des Schliessungsbogens, unentbehrlich für elektrodiagnostische Untersuchungen und gewisse therapeutische Massnahmen. Die metallische Leitung im Elektrodengriff ist durch eine dünne Hartgummischeibe

unterbrochen; dafür wird eine andere Leitung hergestellt mittels eines kleines Hebels, welcher durch eine Feder in der Ruhelage mit einem knopfförmigen metallischen Aufsatz am Elektrodengriff hinter der isolirenden Scheibe in Contact gehalten wird. Der kleine Hebel trägt auf der andern Seite eine Hartgummiplatte, auf welche ein Fingerdruck genügt, um den erwähnten Contact aufzuheben und so den Strom zu unterbrechen.

In vielen Fällen ist es umständlich und lästig, die „Elektroden", wie auch kurz die Elektroden zusammen mit

Fig. 52.



den Elektrodenhaltern genannt werden, selber zu halten oder von dem Patienten halten zu lassen. Daher bedient man sich der sogenannten „fixirbaren Elektroden".

Als „Nackenelektroden" werden dieselben hinten in den Hemdkragen hineingesteckt und durch diesen selber gehalten; praktischer ist die Form, bei welcher nur der Stil zwischen Hemdkragen und Körper hindurchgezwängt wird und die Elektrode dem Hals wie eine Binde anliegt (Fig. 53, Modell Eulenburg), als jene, wo die ganze Elektrode in den Halskragen hineingeschoben wird (Fig 54).

Fig. 53.



Als Rückenelektrode benutze ich eine Metallplatte von 100 cm², welche an ein ebenso grosses festes Brett im Abstand von 1,5 cm festgeschraubt ist. An letzterem findet sich die Klemmschraube zur Befestigung der Leitungsschnur. Die Elektrode wird dem Rücken angelegt und dort durch anlehnen des Körpers an die Stuhllehne, welche freilich zu

diesem Zweck entweder massiv aus Holz oder aus Rohrgeflecht bestehen muss, einfach angepresst.

Um auch am Kopf oder den Extremitäten eine ähnliche Bequemlichkeit zu geniessen, werden die Elektroden

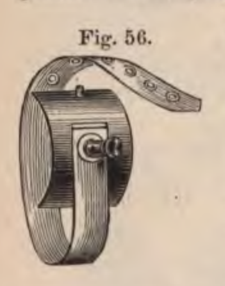
Fig. 54.

Fig. 55.

Rücken-Elektrode (Sperling).

mit Bändern versehen, welche um den betreffenden Körpertheil herumgeschlungen und mit den in ihnen befindlichen Löchern auf einem an der Elektrode befindlichen Stift festgehakt werden (Fig. 56, Modell Stembo); oder noch praktischer wird das Band durch eine Federklemme gehalten (Fig. 57), welche an dem einen Ende einer schmalen Metallplatte angebracht ist, während am andern Ende der Anfang des Bandes festgenäht ist. An der Metallplatte wird die betreffende Elektrode angeschraubt. Das Band lässt sich, nachdem z. B. ein Arm hindurchgesteckt, beliebig fest anziehen; sobald der Zug nachlässt, wird durch die Feder eine mit Riffelung versehene Walze an das Band angedrückt und hält es in der ihm angewiesenen Stellung fest. Es wird gelockert durch abdrücken des kleinen in Fig. 57 angedeuteten Hebels. Diese von Gärtner angegebene Fixationselektrode kann sehr empfohlen werden.

Fig. 56.



Zur Elektrisation der Körperhöhlen dienen entsprechend geformte Elektroden, so z. B. für das Ohr die von Eulenburg angegebene Ohrelektrode, welche aus einem am Griff gehaltenen Ohrtrichter besteht, in welchem ein mit Watte zu umwickelnder Metallstab bis an das Trommelfell vorgeschoben werden kann. Eulenburg hat auch eine

Elektrode zur directen Elektrisation der Augenmuskeln construiren lassen, welche nach vorheriger Cocainisirung in den Conjunctivalsack eingeschoben wird. Eine Nasenelektrode

Fig. 57.



stammt von Aronsohn. Im Allgemeinen wird man hier mit der äussern Application auskommen.

Zur Elektrisation des Mundes, z. B. an schmerzhaften Stellen des Gaumens, bei Trigeminusneuralgien oder bei Neuralgien und Neurosen der Zunge kann man sich mehr oder

Fig. 58.



weniger gebogener Schwammhalter bedienen, in welche feine Schwämmchen von entsprechender Form eingeklemmt werden (Fig. 58).

In manchen Fällen ist eine Galvanisation der Harnröhre von Nutzen. Man führt dann ein Zinnbougie bis in die Blase ein und steckt in ein am andern Ende gebohrtes Loch den Stift der Leitungsschnur hinein. Zur Elektrisation der Blase bei Lähmungen derselben etc. sind eigene Elektroden (Blasenelektroden) construirt, welche die Form eines Katheters haben und bis auf die Spitze isolirt sind (Fig. 59).

Für den Mastdarm ist eine von Dr. Köllner-Seelisberg angegebene Elektrode am meisten zu empfehlen, wenigstens in Bezug auf ihre Form (Fig. 60). Die Vorrichtung zur Wasserdurchspülung der Elektrodenhöhlung, welche bei

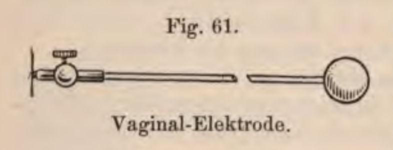
Fig. 59. Fig. 60.



Erwärmung des Metalls durch starke Ströme vorgesehen ist, dürfte wohl nur selten in Anwendung kommen.

Für den Uterus dient ein mit Metallkugelknopf versehenes dickes Bougie, welches am andern Ende die Schraube für die Leitungsschnur trägt. Zum Gebrauch wird die Kugel mit Watte umwickelt, angefeuchtet und dann in die vagina hinein bis zur portio geführt (Fig. 61).

Fig. 61.



Vaginal-Elektrode.

Der faradische Strom wird häufig mittels einer aus feinen Metallfäden bestehenden Bürste (Fig. 62) oder Pinsels (Fig. 63a) auf die trockne oder angefeuchtete Haut applicirt. Gewöhnlich wird nur ein Pol mit derselben in Verbindung gesetzt, während

Fig. 62.



der andre als feuchte Elektrode irgend einer indifferenten Körperstelle aufliegt; indessen kann man auch, wie bei der in Fig. 64 abgebildeten Bürste, beide Pole mit derselben

verbinden. Die Form des Metallpinsels (Fig. 63b) erweist sich im allgemeinen weniger practisch.

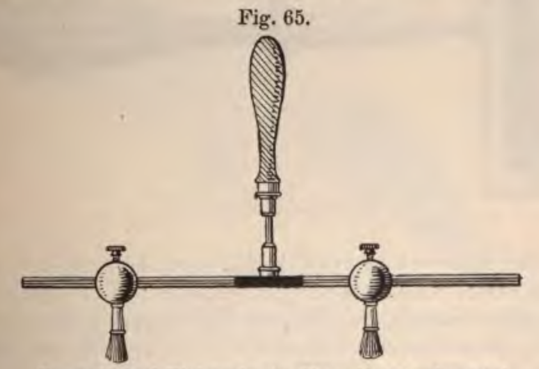
Zu erwähnen ist auch noch die von v. Frankl-Hochwart in Wien construirte Doppelpinselelektrode (Fig. 65),

Fig. 63 *a. b.* Fig. 64.



die sich zur Behandlung von Neuralgien gut eignet: An einem Handgriff befindet sich eine metallische runde Querstange, in der Mitte durch einen Isolator getheilt, auf welcher an jeder Seite eine verschiebbare Pinselelektrode in der neben-

Fig. 65.



Doppelpinsel-Elektrode (v. Frankl-Hochwart).

stehenden Form so aufsitzt, dass sie in jeder beliebigen Stellung an der Querstange festgeschraubt werden kann. Jeder Pinsel hat auch eine Klemmschraube zur Befestigung der Leitungsschnüre.

Von andern mehr oder weniger gebräuchlichen Elektroden sind noch einige der Erwähnung werth.

Für gewisse Zwecke hat man es für gut befunden, die Wirkung der Elektricität mit der der Massage zu verbinden, und eine „elektrische Massirrolle" (zuerst 1881 von New York aus beschrieben) construirt. Die mit Leinwand bezogene Metallrolle dreht sich um ihre Achse. Zum Gebrauch wird sie angefeuchtet und so auf dem zu behandelnden Glied hin- und hergerollt. Statt der einen Rolle hat man dem Instrument auch mehrere Rollen gegeben (Mayerhausen). In das von manchen Seiten ihm ertheilte überschwängliche Lob kann ich nicht einstimmen, wenngleich hin und wieder die Behandlung damit eine wohlthuende Wirkung hinterlässt.

Fig. 66.



Elektrische Massirrolle.

Der Erb'sche Sensibilitätsprüfer besteht in einem in eine kleine massive Metallplatte endigenden Elektrodengriff. Die kleine Platte ist mit dichten Einkerbungen versehen, wie auf Fig. 67 ersichtlich, und es sind dieselben mit Hartgummimasse ausgefüllt, sodass eine grosse Anzahl kleiner Metallquadrate als leitende Fläche übrig bleibt. Es wird derselbe auf die trokne Haut aufgesetzt und unter Einschaltung des faradischen Stromes der RA notirt, bei welchem die erste Empfindung von der Stromeinwirkung auftritt.

Es giebt Elektroden, welche neben der Stromunterbrechung auch die Stomwendung (Arnold) und die Einschaltung von Widerständen (Rheostatelektrode von Reiniger)

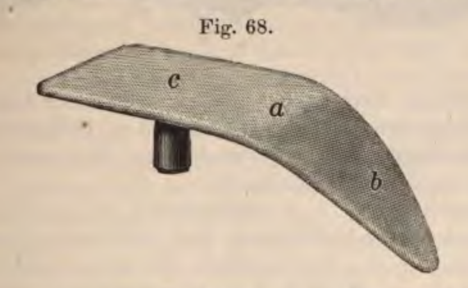
gestatten. Wer sich dafür interessirt, findet eine Beschreibung derselben im Lehrbuche von Lewandowski. Practische Vorzüge besitzen sie gegenüber den erwähnten Einrichtungen für Stromwendung und Einschaltung von Widerständen nicht. Von Hirschmann ist neuerdings eine Rheostatelektrode (Fig. 68) construirt worden, welche das allmähliche Aus- und

Fig. 67.



Einschleichen des Stromes gestattet. Das zugespitzte Ende der nebenbei abgebildeten Elektrode trägt einen dünnen Kautschuküberzug; die eigentlich wirksame Elektrodenfläche ist quadratisch. Will man die Elektrode unter Einschleichung des Stromes appliciren, so setzt man sie zuerst mit der Spitze auf und neigt sie nun allmählich so weit, bis die wirksame

Fig. 68.



Elektrodenfläche der zu elektrisirenden Körperstelle aufliegt. In umgekehrter Reihenfolge geschieht das Abheben. Immerhin ist es dabei fraglich, ob gerade an derjenigen Stelle eine wirkliche Einschleichung des Stromes stattfindet, an welcher man sie thatsächlich haben will.

Von dem internationalen Congress der Elektriker in Paris ist für physiologische Untersuchungen die ausschliessliche Verwendung von unpolarisirbaren Elektroden empfohlen worden, d. h. von Elektroden, welche selber die Fortschaffung der durch die Elektricität auf der Haut ge-

schaffenen Zersetzungsproducte übernehmen, auf diese Weise jeden störenden Einfluss auf den elektrischen Strom fernhalten und Aetzwirkungen an der Haut verhindern. Im Princip der Construction kommen sich die verschiedenen Modelle (Du Bois-Reymond, Hitzig, Stöhrer, von Ziemssen) insofern gleich, als die aufzusetzenden Elektrodenenden aus porösen Substanzen (gebrannter Thon, Papiermaché) bestehen, die aus einem mit Zinkvitriollösung gefüllten Reservoir, welchem sie zugleich als Verschluss dienen, getränkt werden. Da diese Elektroden jedesmal vor dem Gebrauch neu hergerichtet werden müssen, so ist mit ihrer Anwendung nicht nur ein grosser Verbrauch von Material, sondern auch eine erhebliche Mühe verknüpft. In der Elektrotherapie sind bei den sehr geringen Stromstärken, welche

Fig. 69.



wir heutzutage anzuwenden pflegen, auch unter den gewöhnlichen Elektroden keine Aetzwirkungen zu befürchten; daher ist es überflüssig, die unpolarisirbaren Elektroden auch in die ärztliche Praxis einzuführen.

Adamkiewicz u. a. beobachteten eine erheblich grössere schmerzstillende Wirkung des elektrischen Stromes bei Neuralgien u. s. w., wenn mittels der sogen. „Diffusionselektrode“ zu gleicher Zeit schmerzstillende Substanzen wie Chloroform und Cocain in die Haut übergeführt wurden. (Medicamentendiaphorese.) Im Princip hat die Diffusionselektrode die Construction der eben geschilderten unpolarisirbaren Elektroden, nur dass das Zinc. sulf. durch Chloroform oder Cocainlösung ersetzt ist. Die poröse Platte besteht aus Kohle und ist mit Leinwand überzogen, welche vor dem Gebrauch mit Wasser angefeuchtet werden muss. Wo die Elektricität allein im Stiche liess, sollen mittels der Diffusionselektrode noch vortreffliche Heilwirkungen erzielt worden sein.

Der Condensator zu elektrodiagnostischen und elektrotherapeutischen Zwecken.

Durch eine Vermehrung einerseits der leitenden Flächen und andrerseits der isolirenden Zwischenschichten (vgl. S. 13) kann man einen Condensator construiren, der von einer galvanischen Batterie von mehr oder weniger Elementen geladen und durch einen Schlüssel entladen werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, dem Apparat einen bestimmten Widerstand und eine bestimmte Spannung zu geben, durch welche beiden Momente, wie wir später sehen werden, auch die Stromstärke bestimmt wird. Nicht allein dieses — der Condensator kann auch so eingerichtet werden, dass durch eine geeignete Vorrichtung nur ein Strom von ganz bestimmter Dauer herausgelassen werden kann. Ist z. B. der Condensator auf ein Ampère geaicht, und fliesst der aus ihm kommende Strom eine Sekunde lang, so haben wir eine Quantität Elektricität von 1 Coulomb verbraucht. Es kann der Condensator auch so eingerichtet werden, dass er gerade nur 1 Coulomb fasst. Steht dieser 1 Coulomb dabei unter dem Druck von 1 Volt, so sagen wir: der Condensator hat eine Capacität von 1 Farad.

Wer sich über den Condensator und seinen Gebrauch näher unterrichten will, findet ausführliche Angaben in: Edelmann, Elektrotechnik für Aerzte, München 1890; fernerhin in: Archives des sciences physiques et naturelles, Novbr. 1890, tom. 24 pag. 467; Dubois (Bern), Recherches sur l'action physiologique des courants et décharges électriques; ferner: Dubois (Bern), Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen der Condensatorenentladungen, Bern 1888. —

Der Akkumulator.

Unter „Akkumulator" versteht man eine eigenartig construirte galvanische Batterie, welche die Eigenthümlichkeit besitzt, einen ihr von einer andern Batterie oder von einer Dynamomaschine mitgetheilten Strom in sich aufzunehmen, festzuhalten und je nach dem Gebrauch allmählich oder auf einmal wieder abzugeben.

Die Akkumulatoren beginnen sich auch in der medicinischen Praxis anzubürgern und können besonders an Orten, wo zur Lichterzeugung dienende Dynamomaschinen zur Füllung derselben benutzt werden dürfen, für Zwecke der Galvanokaustik und Beleuchtung der Körperhöhlen mit Vorteil benutzt werden.

Ein endgiltiges Urteil über die Tragweite der praktischen Verwerthbarkeit der Akkumulatoren lässt sich heute noch nicht abgeben; die Erfahrung im Gebrauch derselben wird bald ein entscheidendes Wort zu sagen haben.

Die Handhabung eines Akkumulators ist nicht ganz einfach, deshalb lasse man sich bei Anschaffung eines solchen von der betr. Fabrik genaue Anweisungen geben über Füllung, Abmessung und Feststellung des Quantums der entnommenen Elektricität — denn der Akkumulator darf nur bis zu einem gewissen Grade entladen werden — u. s. w. Näheres über Zusammensetzung und Gebrauch von Akkumulatoren findet man in Uppenborn, Kalender für Elektrotechniker.

Theorie der Elektricität.

Es würde zu weit führen, wenn ich an dieser Stelle alle jemals über die Elektricität aufgestellten und verfochtenen Theorieen ausführlich erörtern wollte. Dieselben verlieren so sehr an Interesse gegenüber den Errungenschaften der Neuzeit, dass ich mich auf eine knappe Schilderung der letzteren beschränken will.

Folgen wir dabei dem Gedankengang einer durch klare Fassung ausgezeichneten Rede, welche Kundt, der bekannte Physiker der Berliner Hochschule, am 1. August 1891 zur Feier des Stiftungstages der militärärztlichen Bildungsanstalten gehalten hat. (Aug. Hirschwald-Berlin 1891.)

Ende des vorigen Jahrhunderts stellte Coulomb das Grundgesetz der Elektrostatik auf, in dem er zeigte, dass die auf zwei kleinen materiellen Körpern angehäuften gleichnamigen Elektricitätsmengen eine Abstossung auf einander ausüben, die proportional dem Produkt der Elektricitätsmengen ist und umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernungen. Das gleiche Gesetz gilt für die Anziehung ungleichnamiger Elektricitäten.

Die nach diesem in der Form mit dem Newton'schen Gravitationsgesetz übereinstimmenden Coulomb'schen Gesetz wirkenden elektrischen und magnetischen Kräfte wurden als reine **Fernwirkungen** aufgefasst. Das Medium, in dem diese Kräfte wirkten, spielte dabei gar keine Rolle.

Auch mit den Entdeckungen von Ampère, Biot und Savart, La Place, Weber blieb diese Anschauung bestehen.

Erst Faraday, der grosse Physiker der Royal Institution in London, der im Jahre 1831 die elektrische Induktion entdeckte, verband damit die Anschauung, dass — hier citire ich Kundts Worte — „elektrische und magnetische Erscheinungen nicht durch Fernwirkungen vermittelt werden, sondern dass dieselben bedingt sind durch Veränderungen in dem physikalischen Zustand des Mediums, in dem sich die elektrischen Körper befinden, dass die elektrische Kraft nicht unvermittelt durch den Raum wirkt, sondern von Stelle zu Stelle desselben übertragen werde."

Nach dieser Auffassung der elektrischen Erscheinungen müssten bei der Ladung oder Entladung eines Condensators gerade die isolirenden Zwischenschichten eine elektrische Veränderung eingehen und diese auf die Belegungen übertragen. Wenn durch die primäre Rolle eines Induktionsapparates ein elektrischer Strom hindurchgeschickt wird, so müsste er die ihn umgebende Luft in einen Zustand elektrischer Veränderung versetzen, und der in der sekundären Rolle entstehende Strom dürfte nur als ein Ausdruck dieser Veränderung angesehen werden, als ein geeigneter Mittelpunkt, in welchem sich die elektrische Energie der umgebenden Luft centralisirt.

Eine ähnliche Vorstellung müssten wir uns bilden von dem elektrischen Vorgang in Erde und Wasser bei Durchströmung der unterirdischen oder unterseeischen Kabel, in dem luftleeren Raum, der den Kohlenfaden einer Glühlampe umgiebt, in dem gesammten menschlichen Körper und der ihn umgebenden Atmosphäre, wenn durch einen seiner Theile ein elektrischer Strom hindurchgeschickt wird.

Erweist sich diese Theorie von Faraday als richtig, dann müssten die erwähnten elektrischen Leitungs- und In-

duktions-Phänomene auf ähnlichen Vorgängen beruhen, wie wir sie kennen für die Fortpflanzung des Schalles, des Lichtes, der Wärme. Wir wissen, dass diese Fortpflanzung sich durch Wellenbewegungen des Mediums vollzieht, welche unter geeigneten Umständen von Körpern, die sich ihnen in den Weg stellen, absorbirt oder reflektirt werden.

Wenn auch schon von dem berühmten englischen Physiker Maxwell durch geniale Ideenverbindungen und mathematische Berechnungen festgestellt worden ist, dass diese Annahme — und damit die Theorie von Faraday — richtig ist, so ist es in neuester Zeit auch geglückt, für diese Theorie schlagende experimentelle Belege zu geben.

Es gelang Hertz in Bonn, die Anzahl der oscillatorischen Entladungen von Condensatoren in sinnreicher Weise bis auf 100 bis 500 Millionen in der Sekunde zu steigern und damit die elektrischen Wellen bis auf relatives Minimum zu verkürzen, so dass damit im Laboratorium gearbeitet werden konnte. Es gelang auch experimentell nachzuweisen, dass die elektrischen Wellen ähnlichen Gesetzen folgen wie die Lichtwellen, dass sie unter gewissen Umständen gebrochen, absorbirt und reflektirt werden können.

(Hertz, Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektricität, Vortrag, Bonn, Emil Strauss, 1889. Hertz, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft, Leipzig, Barth 1892. 296 Seiten.)

Und nicht allein dies — es hat sich eine vollkommene Identität der Lichtwellen und der elektromagnetischen Wellen insofern herausgestellt, als beide gebildet bezw. fortgepflanzt werden durch die imponderablen Materien, welche wir als Aether zu bezeichnen gewohnt sind, und als beide mit gleicher Geschwindigkeit von etwa 300 000 Kilometer in der Sekunde verlaufen.

Dass wir die elektromagnetischen Wellen nicht mit unsern Augen wahrnehmen, liegt darin, dass die kürzeste bis jetzt erhaltene Wellenlänge derselben etwa ein viertel Meter beträgt; die längste Wellenlänge, auf die unsere Retina in der Weise reagirt, dass eine Lichtempfindung ausgelöst wird, beträgt $^1/_{1000}$ Millimeter.

Man stelle sich also die Sonne vor als eine unversiegbare

elektrische Quelle! Man betrachte die Lichtempfindung unseres Auges als elektrische Oscillationen, welche die Retina treffen! — Das sind Schlussfolgerungen, wie sie sich aus der Bestätigung der Theorie Faradays ergeben.

Es ist vorläufig nicht abzusehen, welche Wichtigkeit diese Einsicht für die elektro-medicinische Wissenschaft haben wird. Eine folgerichtige und sachgemässe Bearbeitung dieses neuen Feldes thut noth!

Noch eines. Sehr häufig hört man die Frage aufwerfen „was ist Elektricität". Kundt sagt darüber in dem oben bezeichneten Vortrag:

„Was „Elektricität" ist, wissen wir so wenig, wie derjenige, der im fernen Alterthum zufällig ein Stückchen Bernstein rieb und zuerst sah, dass das geriebene Stück leichte Fäserchen anzog. Den letzten Grund der Dinge zu erforschen ist nicht Sache der Wissenschaft, deshalb nicht, weil uns dieser immer unzugänglich bleiben wird. Die Erscheinungen messend zu verfolgen, sie, wie es Kirchhoff in seiner Mechanik ausspricht, möglichst einfach und präcise zu beschreiben, ist das Wesen der Forschung." —

II. Elektrodiagnostik.

Der elektrische Strom ruft in seinen verschiedenen Anwendungsweisen ganz besondere Reactionen hervor, die man in gewissen Fällen als Kriterien für den gesunden oder kranken Körper betrachten kann. Nicht soweit reicht die Tragweite der Elektrodiagnostik, dass die elektrische Prüfung allein eine Diagnose fertig zu stellen im Stande ist, nein — sie soll vielmehr neben den vielen andern Untersuchungs-Methoden: der Inspection, Palpation, Auscultation, Percussion, der Prüfung der motorischen Kraft und der Sensibilität u. s. w. als ein Glied in der Kette einer vollständigen Krankenuntersuchung zu betrachten sein.

Die elektrodiagnostische Untersuchung vermag hauptsächlich über den Zustand von Nerven und Muskeln

aufzuklären. In zweiter Reihe sind es elektrische Sensibilitätsprüfungen, in dritter elektrische Reactionen der höheren Sinne, welche zuweilen wichtige Aufschlüsse liefern können.

Der Werth der elektrodiagnostischen Befunde macht sich in gewissen Fällen allein für die Diagnose bemerkbar, z. B. zur Unterscheidung einer spinalen und einer myopathischen Muskelatrophie, welche ohne die elektrische Untersuchung zuweilen fast unmöglich ist. In andern Fällen erleichtert sie die Prognose, z. B. bei einer Facialisparese durch Feststellung des Grades der Entartungsreaction; in dritten endlich liefert die elektrische Untersuchung Fingerzeige für die Therapie; sie nöthigt z. B. zur Wahl des galvanischen Stromes für die Behandlung einer Kinderlähmung, wenn nur dieser, nicht auch der faradische Strom, Muskelcontractionen hervorzurufen im Stande ist.

Leitungswiderstand.

Die Methode der elektrodiagnostischen Untersuchung von Muskeln und Nerven — sprechen wir vorläufig einmal nur von dieser — besteht darin, dass eine Platten-Elektrode von 100 cm^2 als indifferente Elektrode auf Brust- oder Kreuzbein aufgesetzt wird, während mit einer Stintzing'schen Normalelektrode von 3 cm^2, die auf einen Unterbrechungshalter aufgeschraubt ist, nach einander die erforderlichen Stellen in Bezug auf ihre elektrische Reaction geprüft werden. Da macht man bald die Erfahrung, dass, trotzdem man der Elektrode jedesmal durch Eintauchen in Wasser den gleichen Feuchtigkeitsgrad gegeben hat, und obwohl man sich bemüht, unter Anwendung des gleichen Druckes die Elektrode aufzusetzen, dennoch die Galvanometernadel — die gleiche Anzahl der eingeschalteten Elemente vorausgesetzt — sehr ungleiche Zahlen von Milliampère anzeigt. So bekommt man z. B. bei 25 Elementen, wenn die indifferente Elektrode auf dem Kreuzbein sitzt und die 3 cm^2 Elektrode nach einander auf die Handfläche, die Ellbogenbeuge und die Rückseite des Unterarms aufgesetzt wird, einen bezüglichen Nadelausschlag von 0,25, 2,5 und 1,5 MA.

Es hat viel Mühe gekostet und langer Untersuchungen bedurft, bis man den wahren Grund dieser Erscheinung mit Sicherheit erkannt hat. Heutzutage ist man sich vollkommen darüber einig, dass die Verschiedenheit des Nadelausschlages durch eine verschiedene Leitungsfähigkeit bezw. verschiedenen Leitungswiderstand der Haut, insbesondere der Epidermis bedingt wird, während der Widerstand der tiefer gelegenen Theile, der Muskeln, Sehnen, Gefässe, Nerven und selbst der Knochen dagegen wenig in Betracht kommt.

Bei dem angegebenen Versuch ist auch noch eine andere Erscheinung zu beobachten, welche Interesse erregt und einer Erklärung bedarf. Die Nadel nämlich, welche sich unmittelbar nach Stromesschluss beispielsweise auf 2,5 MA eingestellt hat, rückt sehr bald weiter vor, um nach Verlauf von 1 Minute 7 MA anzuzeigen. Dies ist der Fall auf der Rückseite des Unterarms, während in der Handfläche auch nach Verlauf von 2 Minuten die Nadel kaum ihren Standort auf 0,25 MA verlassen hat.

Im erstern Falle müssen sich also Vorgänge vollzogen haben, welche im Stande waren, den Leitungswiderstand der Haut herabzusetzen; im letztern Falle müssen dieselben aus irgend einem Grunde unwirksam geblieben oder geworden sein.

Nach den verschiedensten Untersuchungen ist es unzweifelhaft, dass der elektrische Strom selber die Ursache ist, durch welche im Verhältniss der Dauer der Einwirkung der Widerstand vermindert wird, weniger klar ist man sich darüber, ob es mehr physikalische oder physiologische Verhältnisse sind, welche die Widerstandsherabsetzung veranlassen — wahrscheinlich beides. Wenn man mit Recht die allmählich eintretende stärkere Durchfeuchtung der Epidermis als Grund für den geringer werdenden Widerstand ansieht, so muss man sich klar machen, dass dazu im wesentlichen drei Momente mitzuwirken im Stande sind: 1) der Contact mit der durchfeuchteten Elektrode, 2) die Ueberführung von Flüssigkeit von einem Pol zum andern (Diaphorese), 3) die unter dem Einfluss des Stromes eintretende locale Erweiterung der Hautgefässe.

Gärtner hat gezeigt, dass auch an der Leiche eine Widerstandsabnahme erfolgt, in welchem Falle also Punkt 3 wegfallen muss. Andererseits spricht die Beobachtung der Widerstandsabnahme an der von Epidermis befreiten Haut dafür, dass Punkt 3 keine unwesentliche Rolle spielen kann (Jolly). Die vorliegende Frage ist also noch nicht zur allgemeinen Zufriedenheit beantwortet.

Jedenfalls ist es festgestellt, dass der Leitungswiderstand der Haut an verschiedenen Körperstellen ungleich ist, dass er wenig schwankt zwischen symmetrischen Stellen beider Körperhälften, dass er grösser ist bei Erwachsenen wie bei Kindern, und dass maximale Zahlen bei Greisen vorkommen (Tischkow-Petersburg).

Andere Bedingungen machen es noch unzweifelhafter, dass der Leitungswiderstand des Körpers ein sehr relativer Begriff ist. Wie schon erwähnt, hängt derselbe auch ab von den Grade der Durchfeuchtung der Haut, ferner von der Art der Flüssigkeit (gewöhnliches Wasser oder Salzwasser) und ihrer Temperatur, von der Kraft, mit welcher die Elektroden aufgedrückt werden, von der Stromstärke, von der Dauer des Stromflusses u. s. w., wohingegen Stromrichtung und Polarisation keinen merkbaren Einfluss auf den Leitungswiderstand haben sollen, wenigstens nicht bei Anwendung schwacher Ströme (Tischkow).

Unter diesen Umständen ist es nicht wunderbar, wenn die schon seit einigen Jahrzehnten gemachten Versuche, den Leitungswiderstand des Körpers in dem allgemein für die Widerstandseinheit anerkannten Masse, dem Ohm, auszudrücken, ungemein verschieden ausfielen. Aber es kommen noch andere Momente dazu, welche die Frage compliciren, und über welche man sich billigerweise unterrichten muss.

Es ist erwiesen, dass der Leitungswiderstand mit der Dauer des Stromes abnimmt. Für welchen Moment der Stromeseinwirkung soll man den Leitungswiderstand berechnen? — Die Ansicht einiger Forscher (Gärtner) entscheidet sich für den Moment des Stromschlusses. Aber dies ist ausserordentlich schwierig; dazu gehört ein sehr sensibles, vortrefflich gedämpftes Galvanometer und eine colossal schnelle Ablesung, die schon an und für sich grosse Fehler-

quellen in sich schliessen würde. Deshalb hat auch Gärtner für diesen Zweck einen besondern „Pendelschlüssel" construirt, welcher einen Stromesschluss von der Dauer von $^1/_4$ Secunde ermöglicht, in welcher Zeit erfahrungsgemäss noch keine Abnahme des Leitungswiderstandes erfolgt. Zu diesem Schlüssel gehört ein besonderes Galvanometer mit sehr grosser Skala. Der Apparat arbeitet vortrefflich und die damit zu machenden Leitungswiderstands-Bestimmungen sind exact; aber Kostspieligkeit und schwierige Handhabung verhindern seine allgemeine Verbreitung.

Stintzing und Graeber in München, sowie Jolly in Strassburg machten die Leitungswiderstands-Bestimmungen mittels Wheatstone'scher Brücke und Edelmann'schem Galvanometer (besonderer Construction), Tischkow in Petersburg mittels eines vom Erfinder P. Tischkow „A.V.O.-Messer" benannten Apparates. (Die Beschreibung des letzteren ist mir leider in verständlicher Sprache nicht zugänglich gewesen.)

So kam es, dass Tischkow bis 500 000 Ohm Leitungswiderstand am menschlichen Körper ermittelte, Gärtner und Jolly 400 000 S.-E., während die Zahlen von R. Remak und Runge erheblich niedriger ausfielen (2000—6000 S.-E.).

Nunmehr liegt die Frage nahe, ob es denn unabweislich nothwendig ist, die so schwierige Berechnung des Anfangswiderstandes als ein wissenschaftliches Kreuz auf sich zu nehmen, und ob es im Interesse der allgemeinen Verständigung nicht wünschenswerth wäre, sich in Einigkeit für einen einfacheren Modus zu entscheiden.

Die Untersuchungen von Stintzing und Graeber (Deutsches Arch. f. klin. Med. 1887, Bd. 40) haben dargethan, dass sich die Herabsetzung des Leitungswiderstandes durch den galvanischen Strom in fast gesetzmässiger Regelmässigkeit vollzieht. Die Ergebnisse derselben, welche mit der exactesten Methode gewonnen sind (Wheatstone'sche Brücke, Edelmann'sches Galvanometer mit Rosenthal's Einrichtung, Spiegel- und Fernrohrablesung, unpolarisirbare Elektroden u. s. w.), gelten auch für einfache Methoden der Widerstandsbestimmung, wie sie jeder Praktiker, der über einen constanten Strom mit absolutem Galvanometer und

Rheostat verfügt, ausführen kann — freilich mit dem Bewusstsein, dass er reichliche Fehler dabei gemacht hat, die die aber bei der Bestimmung jener Werthe zu Vergleichen nicht so schwer in's Gewicht fallen.

Sehr schwache galvanische Ströme (bis 0,5 MA) verursachen in den ersten Minuten nach Ansetzung der Elektroden eine schnelle Abnahme des Leitungswiderstandes, der sich indessen bald einer relativen Constanz nähert.

Schwache Ströme (0,5—5,0 MA) bewirken ein sehr rapides Sinken des Leitungswiderstandes, worauf schon nach wenigen Minuten, viel schneller als im erstern Falle, ebenfalls infolge sehr langsamer Abnahme des Leitungswiderstandes, eine relative Constanz eintritt. Es scheint, als ob die Berechnung des Leitungswiderstandes, der im Bereich dieser relativen Constanz liegt, für die Vergleichung brauchbare Zahlen liefern müsste. Auf einen Werth als absolute Masszahlen dürften dieselben keinen Anspruch erheben, aber dem praktischen Bedürfniss wäre damit genügt.

Starke Ströme (5,0—15,0 MA) setzen in wenigen Minuten den Leitungswiderstand auf ein Minimum herab („constantes Minimum“ oder „absolute Constanz“ des Leitungswiderstandes, Stintzing und Graeber, Martius). Freilich wird man nicht in allen Fällen so grosse Stromstärken zur Prüfung des Leitungswiderstandes anwenden dürfen.

Eulenburg hat sich bei Untersuchungen über den Leitungswiderstand am Kopfe bereits die Erfahrungen über die relative Constanz des Leitungswiderstandes zu Nutze gemacht und denselben für denjenigen Zeitmoment berechnet, in welchem der Leitungswiderstand keine wesentliche Abnahme, die Stromstärke keine Steigerung mehr erfährt.

Für gesunde Männer fand er einen Durchschnittswerth der Widerstandsminima von 1200—1600 Ohm, bei Frauen und Kindern einen etwas höheren. In pathologischen Fällen, sowohl bei organischen Hirnläsionen (Encephalitis, Sklerose, Tumor), als auch bei functionellen Störungen (Hemikranie, Basedow, Chorea, Hysterie, Melancholie) zeigte sich das Widerstandsminimum bis zu 3000 Ohm erhöht. Dasselbe war der Fall bei nervöser Erschöpfung und allgemeiner

Anämie; bei Hyperämie des Gehirns war der Leitungswiderstand dagegen niedrig, ja subnormal, Befunde, die schon an sich von höchstem Interesse sind.

Mit der Abnahme des Leitungswiderstandes geht entsprechend dem Ohm'schen Gesetz eine Zunahme der Stromstärke J parallel. Auch wenn das Absinken des Leitungswiderstandes sehr rapide erfolgt, vollzieht sich dieselbe ausserordentlich langsam. Wendungen und Schliessungen, wie sie bei elektrodiagnostischen Untersuchungen vorkommen, sollen die Skala der allmählich sich steigernden J ebenso wenig beeinflussen, wie sie dem Eintritt der relativen oder absoluten Constanz des Leitungswiderstandes schaden. Daher kommen Stintzing und Graeber zu dem Schluss, dass die Schwankungen des Leitungswiderstandes für die Elektrodiagnostik wenig Bedeutung haben.

Hält man J constant, so erhält man auch (bei sehr schwachen Strömen) während 5—6 Minuten eine relative Constanz des Leitungswiderstandes. Plötzliche Steigerung von J (z. B. von 0,15 auf 0,3) bringt plötzliche Herabsetzung des Leitungswiderstandes mit sich. In letzterer Beziehung sind einige Ausnahmen beobachtet, bei denen die Polarisation der Elektroden eine grosse Rolle spielen dürfte.

An der Leiche erfolgt die Abnahme des Leitungswiderstandes nur mit Zunahme der J, um mit Stillstand der J sich unverändert zu verhalten. Die Schlussfolgerungen aus diesem bereits erwähnten Verhalten sind schon gezogen worden (s. S. 120).

Nur sehr starke faradische Ströme haben einen Einfluss auf den Leitungswiderstand.

Ueber die Beziehung der Grösse der Elektroden zur Beeinflussung des Leitungswiderstandes macht ausser den genannten Autoren Martius (Neurol. Centralbl. 1886, S. 288) einige Angaben. Das nähere Eingehen darauf würde zu weit führen.

Die Methode der Messung und Berechnung des Leitungswiderstandes für praktische Zwecke geht aus den Angaben auf S. 90 ff. hervor. Will man den Gärtner'schen Pendelschlüssel und sein Galvanometer oder die Wheatstone'sche Brücke anwenden, so consultire man

die Specialliteratur (Jolly, Untersuchungen über den elektrischen Leitungswiderstand, Strassburg 1884 — Stintzing und Graeber, Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1886 — Gärtner, Wien. med. Jahrb. 1885 u. s. w.).

Von Interesse dürften die Resultate zweier italienischer Forscher Silva und Pescarolo in Turin sein (Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1891 S. 329), welche mit den genannten Autoren bald übereinstimmen, bald von ihnen abweichen. Die angewandten Methoden scheinen wenig Einwendungen zuzulassen, insbesondere haben sie sich eines viel empfindlicheren Galvanometers (System Desprez-d'Arsonval) bedient.

Die hervorragendsten Ergebnisse mögen hier Erwähnung finden:

1) Eine Verminderung des LW. findet statt mit Zunahme der Spannung des Stromes und der Grösse der Elektroden und umgekehrt — Druck und Temperatur derselben haben wenig Einfluss; desgl. Stromunterbrechungen, mehr Stromwendungen.

2) Der LW. vermehrt sich mit der Dicke der Epidermis und des Corium, sodass er an verschiedenen Körperstellen verschieden ist, und merkwürdigerweise scheint er mit der Zahl der Schweissdrüsen abzunehmen.

An junger Epidermis ist er relativ gering, so bei jugendlichen Individuen, bei Leuten, die ihre Haut viel baden und waschen, viel Muskelthätigkeit haben und leicht schwitzen.

3) Die Widerstandsverhältnisse der Haut werden von den Autoren als zu anatomisch-physiologischen Vorgängen in derselben in engster Beziehung stehend aufgefasst.

Diejenigen Veränderungen der Haut, bei welchen sich der LW. vermindert zeigt, haben eine gewisse Aehnlichkeit mit jenen, durch welche der elektrische Strom selber eine Verminderung herbeiführt: leichtes Erythem mit cellulärer Anschwellung und grösserer Thätigkeit der Zellen in den tiefern Schichten, sodass die Erneuerung der Zellen schneller von Statten geht. Aehnliche Bedingungen müssen sich vorfinden, wenn die Haut verminderten LW. zeigen soll; dabei ist es gleichgiltig, ob dieselben durch lokal wirkende Mittel (Senfteige etc.) oder unter dem Einfluss allgemeiner constitutioneller Krankheiten erzeugt werden.

Demnach vermögen vasomotorische Einflüsse auch nicht, den LW. direkt zu vermindern, sondern sie thun es nur dann, wenn sie lokal zu jenen erwähnten Hautveränderungen geführt haben. Keineswegs darf man den LW. als Massstab für vasomotorische Vorgänge ansehen.

4) Von Interesse sind noch folgende specielle Angaben: Vermehrten LW. finden wir bei erhöhter Körpertemperatur, beim Fieber — eine sehr bemerkenswerthe Thatsache —; ein Bad soll bei Fieberkranken den LW. nur dann vermindern, wenn es die Temperatur herabsetzt.

Vermehrt ist auch der LW. bei allen zu Hautverdickungen führenden Exanthemen, bei Diabetes, bei Individuen mit trockner Haut, bei sehr fetten Personen.

Vermindert wird der LW. durch Antipyretica und durch Pilocarpin, mögen sie die Temperatur herabsetzen oder nicht, Schweiss erregen oder nicht.

Ganz unconstant sind die Verhältnisse bei der Hysterie und bei allen Formen von Hemiplegie.

Der Leitungswiderstand der Haut gegenüber dem faradischen Strom

ist besonders bemerkenswerth. Man weiss darüber folgendes:

Richtet man seinen Inductionsapparat so ein, dass man abwechselnd einen Oeffnungsstrom (OS) und einen Schliessungsstrom (SS) erzeugen kann, und schickt man diese nach einander durch ein Galvanometer, so bemerkt man in beiden Fällen eine Nadelablenkung von gleich viel Graden, und zwar beim OS nach der entgegengesetzten Richtung wie beim SS. Man muss daraus schliessen, dass die Quantität beider Ströme gleich ist. Lässt man den Hammer frei spielen, so verharrt die Nadel auf dem Nullpunkt der Skala.

Ganz anders ist das Verhalten des Galvanometers, wenn mittels unpolarisirbarer Elektroden der menschliche Körper eingeschaltet wird. Dann ist die Abweichung der Magnetnadel beim OS ganz erheblich grösser, und zwar um so grösser, je mehr die Spannung durch Aufschieben der sekundären Rolle auf die primäre erhöht wird: Bei 0 mm Rollenabstand beträgt die Abweichung des SS 66 % von der des OS, bei

100 mm sogar nur $24\,^0/_0$ (Dubois). Und lässt man den Hammer frei spielen, so schlägt die Nadel sofort im Sinne des OS aus, um während des Stromschlusses mit einigen Schwankungen in dieser Stellung zu verbleiben. Daraus muss ein erhebliches physiologisches Uebergewicht des Oeffnungsstromes geschlossen werden, und es sind die physiologischen Wirkungen des in der Praxis verwertheten Inductionsstromes grösstentheils auf Rechnung des Oeffnungsstromes zu setzen.

Die bekannte Thatsache, dass die Curve des Ablaufs beider Ströme verschieden ist: die des SS von relativ langer Dauer bei geringerer Intensität, die des OS von grösserer Intensität aber kurzer Dauer — genügt nicht zur Erklärung, weshalb sich die beiden Ströme von den physikalischen Gesetzen abweichend verhalten. Denn thatsächlich ist dieses Verhalten nur noch am lebenden Froschnerven (v. Fleischl) und 12 bis 24 Stunden nach dem Tode auch an der Leiche (Gärtner) nachgewiesen worden.

Die Erklärung muss in den physiologischen Verhältnissen der Haut (Gärtner) oder in den eigenthümlichen Bedingungen liegen, welche dem Strom bei seinem Uebergang von der Elektrode zur Haut (Uebergangs-Widerstand. Dubois) geboten werden.

Jedenfalls steht soviel fest: 1) dass der Widerstand der Haut wechselt mit der Spannung des Stromes, und dass derselbe um so kleiner ist, je grösser mit dem Aufschieben der Rollen auf einander die Spannung wird, 2) dass der Oeffnungsstrom an derselben Körperstelle bei gleichem Rollenabstand vermöge seiner grössern Spannung einen geringeren W. findet als der Schliessungsstrom, 3) dass die Differenz zwischen den Nadelausschlägen am Galvanometer bei SS und OS je nach der gewählten Lokalität wechselt.

Bezüglich Punkt 3 ist zu erwähnen, dass der Ausschlag des SS an der Beugeseite des Vorderarmes 14 mal von dem des OS übertroffen wird. An der Innenseite des Oberarmes stellt sich das Verhältniss wie 1:12, am Ober- und Unter-

schenkel wie 1 : 3,5—6, an Kopf und Hals wie 1 : 2,25—3,15, an der Hohlhand wie 1 : 1,5.

Eine Herabsetzung des LW. durch den faradischen Strom (Gärtner) in ähnlicher Weise wie durch den galvanischen konnte nicht nachgewiesen werden.

(Gärtner, Ueber den elektrischen Widerstand des menschlichen Körpers gegenüber Inductionsströmen. Medicin. Jahrb. Neue Folge 1888. — Stauffer, Etude sur la quantité des courants d'induction employés en électrothérapie. Bern 1890. — Dubois, Recherches sur l'action physiologique des courants et décharges électriques. Genève 1891.)

Pathologischer Leitungswiderstand.

Wenn man beispielsweise die Nerven und Muskeln beider Arme, von denen der eine gesund, der andere krank ist, einer vergleichenden elektrischen Untersuchung zu unterziehen hat, so thut man gut, zur Vermeidung von Irrthümern zuerst die differente Elektrode auf einige symmetrische Stellen beider Arme aufzusetzen und unter Einschaltung der gleichen Zahl von Elementen, unter sonst gleichen Versuchsbedingungen, den Ausschlag der Galvanometernadel zn controliren. Findet sich am rechten kranken Arm z. B. ein erheblich grösserer Nadelausschlag, so ist es sicher, dass hier der Leitungswiderstand geringer ist. Für das Gesammtergebniss der Untersuchung fällt diese Beobachtung schwer in's Gewicht; liegt in der eben geprüften Stelle der motorische Punkt eines Nerven und reagirt dieser schon bei einer verhältnissmässig sehr geringen Stromstärke mit einer Minimalzuckung, so dürfen wir nicht ohne weiteres auf eine erhöhte Erregbarkeit dieses Nerven schliessen, sondern müssen die Herabsetzung des Leitungswiderstandes gegenüber der gesunden Seite in Anrechnung bringen.

Eine ganze Reihe von Momenten kann den Leitungswiderstand nach der einen oder andern Seite beeinflussen: so z. B. die ungleiche Waschung beider Arme, veranlasst entweder durch die Schmerzhaftigkeit oder durch die Bewegungsunfähigkeit des einen von beiden, eine Schweisshypersecretion (Hyperhidrosis), wie sie bei Neuritis häufig

ist und infolge Durchfeuchtung der Epidermis den Leitungswiderstand herabsetzt, eine Verdünnung der Haut, wie sie durch Narben, medicamentöse Einreibungen und neuritische Processe erzeugt wird u. s. w. In solchen Fällen wird man zweckmässig den grössern Widerstand mittels Durchleitung des elektrischen Stromes verkleinern, bis er dem der symmetrischen Stelle der andern Körperhälfte gleich ist, und dann erst die elektrodiagnostische Untersuchung vornehmen, eine Correctur, die übrigens sehr wenig Zeit und Mühe beansprucht.

In neuester Zeit hat man auch angefangen, den Leitungswiderstand diagnostisch zu verwerthen, sodass damit eine Ausbildung der Symptomatologie der Krankheiten angebahnt ist.

So fand Vigouroux (Progr. méd. 1888, Nr. 3 und 5) eine Erhöhung des Leitungswiderstandes an den anästhetischen Stellen Hysterischer und bei nicht sehr veralteten Paralysen, eine Herabsetzung bei morbus Basedowii. Am thorax beträgt der Leitungswiderstand bei 10 Siemens-Elementen normalerweise 3450—5000 Ohm, während er bei morbus Basedowii in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle schnell auf ein „relatives Widerstandsminimum" von 1000 bis 2000 Ohm sinkt. (Eulenburg, Berl. klin. Wochenschr. 1889. 1. 2. 3, Kahler, Martius.)

Eulenburg hat dann fernerhin (Ztschr. f. klin. Med. Bd. XII. Heft 4) über den Leitungswiderstand am Kopfe Versuche angestellt. Da derselbe bei demselben gesunden Individuum auch zu verschiedenen Zeiten ziemlich constant gefunden wurde, so musste eine Abweichung bei krankhaften Zuständen in der That Berücksichtigung verdienen. Bei organischen Hirnläsionen (Encephalitis, Sclerose, Tumor) wie auch bei functionellen Störungen (Hemicranie, Basedow, Chorea, Hysterie, Melancholie) wurde eine constant bleibende Steigerung des Widerstandsminimum bis 3000 Ohm gefunden. Nervöse Erschöpfung und allgemeine Anämie gaben Erhöhung des Leitungswiderstandes und grosse individuelle Schwankungen, Hirnhyperämie dagegen Erniedrigung. Neurastheniker und Tabiker zeigten im allgemeinen normale Grenzen.

Leider scheint schon aus diesen Untersuchungen hervorzugehen, dass auch auf diesem Wege der Traum nach einem sicheren Unterscheidungsmerkmal zwischen organischen Krankheiten und Neurosen sich nicht erfüllen wird!

Vielleicht hat wenigstens die Hoffnung von Eulenburg Berechtigung, dass man mittels der Prüfung des Leitungswiderstandes auf die Blutfülle innerer Organe, insbesondere des Gehirns und Rückenmarks, wird Schlüsse machen können; vielleicht wird es dann möglich sein, die elektrischen Indicationen, insbesondere für die Therapie, in grösserem Umfang zu präcisiren als heutzutage.

Leitungswiderstand innerer Organe.

Der Leitungswiderstand der Haut ist so gross, dass die innern Organe einschliesslich der Nerven und Muskeln bei Berechnung des Gesammtwiderstandes des Körpers kaum in Betracht kommen; auch ist es jenem gegenüber gleichgiltig, eine wie lange Strecke vom Strom durchlaufen werden muss. Beispielsweise liegt es nur an dem Leitungswiderstand der Haut, wenn, die gleichen Elektroden und gleiche Elementenzahl vorausgesetzt (50 qcm Querschnitt bei 15 Elementen), bei dem Ansatz: Nacken-Kniekehle 4 MA vom Galvanometer angezeigt werden und bei dem Ansatz: innere und äussere Seite eines Oberschenkels nur 2 MA.

Im allgemeinen bietet der Leitungswiderstand der innern Organe wenig Differenzen, sodass man den ganzen Körper, mit Ausnahme der Haut, als einen ziemlich homogenen Leiter ansehen kann. Relativ am schlechtesten leiten die Knochen, weshalb auch der Leitungswiderstand der Gelenkgegenden so enorm gross ist; die Nerven leiten besser wie die Muskelsubstanz, jedoch glaube man deshalb nicht, dass die Nerven eine ganz besondere Prädisposition für den elektrischen Strom hätten und denselben gleich den Telegraphendrähten im Körper beförderten. Das subjective Gefühl beim Elektrisiren eines Nerven, als ob der Strom, genau die Bahn desselben innehaltend, sich bis in seine kleinsten Verzweigungen fortsetze, beruht auf dem Gesetz der excentrischen Projection der Empfindungen.

Eine Zeit lang hat man daran gezweifelt, dass tiefliegende Organe, die von Bindegewebs- und Knochenhüllen umgeben sind, wie z. B. Gehirn und Rückenmark, bei der gewöhnlichen Application der Elektroden an Kopf und Wirbelsäule von dem galvanischen Strom getroffen werden können. Erb und Hitzig haben durch Versuche an Leichen den unzweifelhaften Beweis dafür geliefert.

Eine andere Frage ist es, welche Art der Anlegung der Elektroden man vorzuziehn, und welche Elektrodengrössen man zu wählen hat, um zu diesem oder jenem Zweck in der Elektrodiagnostik oder Elektrotherapie eine bestimmte Stelle eines Nerven, des Gehirns oder Rückenmarks wirklich zu treffen, und eine weitere Frage ist dann die, welcher Antheil des einfliessenden Stromes auf dieselbe entfällt, mit andern Worten, mit welcher Stromdichte sie getroffen werden.

Beschäftigen wir uns zuerst mit der so wichtigen ersten Frage. Da kein einziger Krankheitsfall dem andern gleicht, so muss diese Frage von Fall zu Fall individuell entschieden werden. Von einer richtigen Entscheidung hängt der Erfolg ab. Eine genaue Diagnose mit möglichst scharfer Bestimmung des Sitzes des Krankheitsheerdes, eine genaue Kenntniss der Lage der wichtigsten Provinzen von Gehirn und Rückenmark gegenüber dem Schädel und der Wirbelsäule, die Kenntniss ber oberflächlich gelegenen leicht elektrisch zu treffenden Nerventheile, der sogen. motorischen und sensiblen Punkte, kurz die Beherrschung der topographischen Anatomie ist Hauptbedingung. Das nächste Capitel wird das in dieser Beziehung für Elektrodiagnostik und Elektrotherapie Wissenswertheste enthalten.

Während man die Wahl der Körperstellen trifft, auf welchen man die Elektroden aufsetzen will, muss man sich auch für Form und Grösse der Elektroden entscheiden. Gilt für die erstere die Bestimmung, dass die Elektrodenform dem betreffenden Körpertheil angepasst sein muss, so lässt sich ein Gesetz über die zu wählende Grösse in folgende Worte zusammenfassen: Je länger die vom Strom zu durchlaufende Strecke, je grösser die Ent-

fernung des elektrisch zu treffenden Organtheils von der Haut, desto grösser muss im allgemeinen der Querschnitt der Elektroden gewählt werden. Mit dieser Regel stimmt auch der Brauch, kleine Elektroden zu nehmen, überein, wenn es sich bei diagnostischen und therapeutischen Zwecken darum handelt, unmittelbar unter der Haut gelegene Nerven zu treffen.

Die Begründung für diese Regel liegt in der Art der Stromvertheilung im menschlichen Körper.

Die Elektricität, welche einen Körpertheil durchströmt, kann man sich in eine grössere Anzahl Stromfäden aufgelöst denken, welche in bestimmten Linien von dem einen Pol zum andern verlaufen. Und zwar hat man sich vorzustellen, dass diese Stromfäden als Verbindung der Mitten beider Elektroden den kürzesten Weg in Gestalt gerader Linien wählen, während sie nach der Peripherie zu Bogenlinien bilden, von denen die am meisten peripher liegenden die grössten Krümmungen haben, also eine tonnenartige Figur beschreiben. Die Stromfäden werden in der Mitte der Ansatzstellen und auf deren directem Verbindungsweg dichter zusammenliegen als in der Peripherie und auch an den Elektroden selber eine grössere Tiefe haben wie im weitern Verlauf.

Bei jeder Anwendung der Elektricität auf den menschlichen Körper wird man also bestrebt sein, den Theil, welchen man beeinflussen will, sei derselbe ein Stück eines peripheren Nerven oder ein Hirntumor, in den Bereich dieses tonnenartigen Stromfädenbündels hinein zu bringen, und zwar wiederum möglichst in die Mitte der Strahlung. Bei sehr tiefliegenden, z. B. intercraniellen und intervertebralen, Störungen wird man daher grosse Elektroden bis 100 cm² Querschnitt anwenden und diese am Kopf so ansetzen, dass sie den betreffenden Heerd in die Mitte nehmen, an der Wirbelsäule derartig, dass sie möglichst weit von einander entfernt sind und mit ihren Mitten ein wenig oberhalb oder unterhalb des vermutheten Krankheitsheerdes der Wirbelsäule aufliegen.

Zu elektrodiagnostischen Zwecken, wo es sich darum handelt, dicht unter der Haut gelegene Nervenstämme zu

reizen, gebraucht man am zweckmässigsten kleine Elektroden, am besten von 3 cm^2 Querschnitt. Der von diesen ausgehende Strom ist auf die sehr nahe der Ansatzstelle gelegenen Punkte bei einiger Uebung leicht zu dirigiren, und bei so kleinen Reizflächen ist eine Mitreizung von Nachbarnerven, die man ja sorgfältig vermeiden will, meistentheils ausgeschlossen. In wenigen Fällen nur wird man zu knopfförmigen Elektroden seine Zuflucht nehmen müssen.

Stromdichte.

In der Elektrodiagnostik ergiebt sich die Stärke des anzuwendenden Stromes von selbst nach den Effecten, die man erzielen will: man verstärkt den Strom eben so lange, bis der Nerv oder Muskel, das Gehörorgan u. s. w. mit der entsprechenden Reaction antwortet. Jedoch muss man sich dessen bewusst sein, dass es nicht allein die Stromstärke ist, von der die Reaction abhängt, sondern dass auch der Querschnitt der Elektroden, insbesondere der der differenten Elektrode, eine wesentliche Rolle dabei spielt. Damit kommt die zweite vorhin (S. 140) aufgestellte Frage zur Besprechung.

Je kleiner der Querschnitt, um so mehr werden bei gleicher Stromstärke die Stromfäden, aus denen wir uns den Strom bestehend denken, zusammengedrängt, die Stromfäden liegen dichter an einander, der Strom hat eine grössere Stromdichte. Elektrodiagnostisch wie therapeutisch macht es einen grossen Unterschied, ob man eine grössere oder geringere Stromdichte anwendet. In jedem Falle ist es nothwendig, sich über dieselbe Rechenschaft zu geben durch Notirung der Stromstärke und des Elektrodenquerschnitts, durch welche Factoren nach dem Ohm'schen Gesetze die Stromdichte bestimmt wird. Wenn man die Stromdichte mit D bezeichnet, die Stromstärke mit J und den Elektrodenquerschnitt mit Q, so ist $D = \frac{J}{Q}$, d. h. die Stromdichte wächst mit Vergrösserung der Stromstärke und mit Verkleinerung des Elektrodenquerschnitts.

Statt weiterer Erklärungen ein Beispiel: Zwei Elektroden von 10 und 30 cm² Querschnitt stehen dicht neben einander auf der Haut, über dem Verlauf eines Nerven, sodass bald die eine, bald die andere mit der Kathode des galvanischen Apparates verbunden werden kann, während die indifferente Elektrode dem Sternum aufsitzt. Durch die Elektrode von 10 cm² Querschnitt leiten wir einen Strom von 3 MA. Derselbe löst sich in Stromfäden auf; sagen wir, dass das betreffende Stück des darunter liegenden Nerven von 1000 Stromfäden getroffen wird. Leiten wir nunmehr denselben Strom von 3 MA durch die Elektrode von 30 cm², so müssen die 1000 Stromfäden, welche die Stromstärke repräsentiren, in diesem Falle naturgemäss auf ein fast dreifaches Nerventück sich vertheilen: *der Strom hat im erstern Falle die dreifache Dichte wie im letztern.*

Während also die Stromstärke durch die Summe der Stromfäden repräsentirt wird, kommt es bei der Stromdichte darauf an, ob die Stromfäden bei gleicher Stromstärke auf einen mehr oder weniger grossen Querschnitt zusammengedrängt sind.

Der grösste Theil der Reactionen der Nerven und Muskeln auf den elektrischen Strom, die man elektrodiagnostisch als Zuckungen beobachtet, elektrotherapeutisch als erregend oder schmerzstillend u. s. w., ist mehr oder weniger abhängig von der angewandten Stromdichte. Dabei ist zu bemerken, dass *die zur Reizung erforderliche Stromdichte mit der Vergrösserung des Elektrodenquerschnitts in einer bisher unbekannten Proportion abnimmt* (*Stintzing*), also: reagirt z. B. der nerv. ulnaris auf die Reizung mit einer Elektrode von 3 cm² bei 3 MA ($D = \frac{3}{3} = 1$), so darf man nicht erwarten, dass er bei Verwendung einer Elektrode von 20 cm² erst bei 20 MA ($D = \frac{20}{20} = 1$) reagirt.

Mit mathematischer Genauigkeit lässt sich leider die dies oder jenes Gebilde treffende Stromdichte nicht bestimmen. Dazu sind eben die anatomischen Bedingungen zu

ungleich und zu grossem Wechsel unterworfen; auch mit dem Leitungswiderstand der Haut hat man jedesmal zu rechnen. Wenn trotzdem eine genaue Beachtung der Stromdichte besonders zu therapeutischen Zwecken unbedingt gefordert werden muss, so geschieht dies, weil die Erfahrung allmählich eine solche Forderung nothwendig gemacht hat. Der therapeutische Theil wird ausführliche Angaben über die in jedem Falle anzuwendende Stromdichte enthalten.

Motorische Punkte.

Es ist schon einmal bemerkt worden, dass die Kenntniss der topographischen Anatomie dem Elektrodiagnostiker und Elektrotherapeuten ein unentbehrliches Hilfsmittel ist. Es ist nothwendig, dass man genau die Stellen der äusseren Haut kennt, auf welchen man die Elektrode aufsetzen muss, um diesen oder jenen Muskel zur Contraction zu bringen; man muss auch den Verlauf der sensiblen Nerven unter der Haut kennen und wissen, an welchen Punkten sie am oberflächlichsten liegen und deshalb am leichtesten zugänglich sind; man muss schliesslich die Zonen am äusseren Schädel kennen, welche den pathalogisch wichtigsten Gehirntheilen entsprechen. (Ueber letztere siehe in der speciellen Elektrotherapie unter „Gehirnkrankheiten“.)

Wie Duchenne an einer Stelle seines berühmten Werkes „De l'électrisation localisée“ erzählt, konnte er im October 1852 vor einigen deutschen Gelehrten, R. Remak, Hebra, Jacksch und Richter, die Funktion einzelner Muskeln mit Hilfe des elektrischen Stromes demonstriren. Er hatte gefunden, dass die Contraction derselben am besten von ganz bestimmten Stellen aus (points d'élection) erzielt werden konnte, und zwar auf folgende Weise: entweder durch directe Reizung des Muskels oder indirect durch Reizung des ihn versorgenden motorischen Nerven (indirecte Reizung)

Verfolgt wurde diese Entdeckung besonders durch v. Ziemsen, welcher die motorischen Punkte bei Todescandidaten aufsuchte und mit Höllenstein bezeichnete.

Nach dem Tode konnte er feststellen, dass die motorischen Punkte solchen Stellen entsprechen, an welchen Nerven oberflächlich verlaufen. Die Eigenerregbarkeit der Muskelsubstanz wird damit nicht in Zweifel gezogen. Durch die Einzeichnung der motorischen Punkte in die Skizzen der einzelnen Körpertheile wurden sehr instructive Figuren gewonnen. Man thut gut, unter Zuhilfenahme der von Stintzing aufgestellten Tabellen für die „Schwellenwerthe" (s. S. 168 ff.) sich nach den Figuren und den beistehenden Erläuterungen jeden motorischen Punkt am eigenen Körper aufzusuchen. Auf diese Weise merkt man sich dieselben am leichtesten und lernt obenein die Empfindungen kennen, welche mit der Reizung eines jeden verbunden sind.

Kopf (Fig. 70).

Stamm des *N. facialis.* Reizstelle: Unmittelbar unter und vor dem porus acusticus externus, an dem daselbst befindlichen Grübchen der Ohrmuschel oder (bei mageren Personen) zwischen proc. mastoid. und Gelenkfortsatz des Unterkiefers. Wirkung: Verziehung der ganzen Gesichtshälfte nach der gereizten Seite; Stirnrunzeln, Schluss der Augenlider, Nase und Mund schief gestellt, Haut in zahlreiche Falten gelegt.

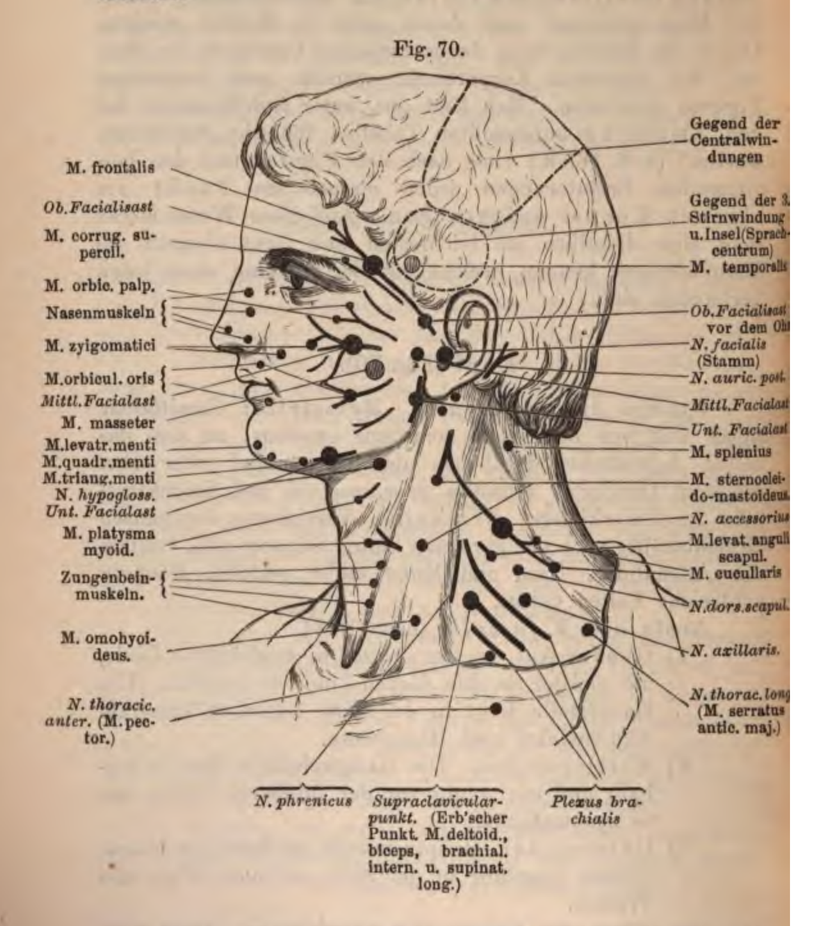
Aeste des *N. facialis* (nach Erb).

1) Oberer Ast, in der ganzen angezeichneten Linie, am meisten in den dicken Punkten erregbar. Die Hauptstelle liegt in der Mitte zwischen äusserem Augenwinkel und Haargrenze.
2) Mittlerer Ast. Die Hauptreizstelle liegt unterhalb und ein wenig vor der fühlbaren Spitze des os zygomaticum.
3) Unterer Ast. Hauptreizstelle am Rand des Unterkiefers, ungefähr in der Mitte zwischen Kinn und Winkel.

Den Effect der Reizung der verschiedenen Aeste wird die einfache Probe am besten veranschaulichen. Sehr schöne photographische Abbildungen davon enthält das Lehrbuch

von v. Ziemssen, welches überhaupt die Lehre von den motorischen Punkten am genauesten und eingehendsten erörtert.

Fig. 70.



M. frontalis. Reizstelle: An der bezeichneten Stelle der Stirn. Wirkung: Horizontalfaltung der Stirnhaut;

Hebung der Augenbrauen; bei Fixirung des Orbicularis oculi werden Kopfschwarte und Galea nach vorn gezogen.

M. corrugator supercilii (Runzler der Augenbrauen). Reizstelle: In einer Linie, welche vom porus acust. extern. zur Augenbraue geht.

M. orbicularis oculi. Reizstelle: Auf dem Jochbein. Wirkung: Schluss des Auges.

M. zygomaticus major. Reizstelle: Am untern äussern Jochbeinrande. Wirkung: Hinaufziehen des Mundwinkels (wie beim Grinsen).

M. quadratus labii superioris. Reizstelle: Inmitten seiner Musculatur, einen Finger breit seitwärts (und etwas höher) vom Nasenflügel. Wirkung: Heben von Nasenflügel und Oberlippe, wie beim Riechen übler Gerüche (Broesicke) oder beim Weinen (Duchenne).

M. orbicularis oris. Reizstelle: Für jede Hälfte der Unterlippe dicht unterhalb des Mundwinkels; für die Oberlippe über der Mitte einer jeden Hälfte. Wirkung: Zuspitzen und Vorschieben der Lippen.

M. triangularis menti. Reizstelle: Etwa in der Mitte des unteren Randes des horizontalen Unterkieferastes. Wirkung: Zieht den Mundwinkel und äusseren Theil der Unterlippe nach unten und nach aussen.

M. quadratus menti. Muss direct gereizt werden. Wirkung: Zieht die Unterlippe nach unten und aussen; presst dabei die Lippe an die Zähne an.

M. levator menti. Am besten direct zu reizen, am inneren Rand des quadratus. Wirkung: Abflachung der Kinnrundung, Verschiebung der Unterlippe.

M. masseter und *M. temporalis* nur direct zu reizen: *masseter* an der incisura semilunaris zwischen Gelenk- und Kronenfortsatz des Unterkiefers. Wirkung: Ziehen beide den Unterkiefer kräftig an den Oberkiefer an.

Von den Augenmuskeln können zwar einige durch elektrischen Reiz mittels eigens zu diesem Zweck construirter Elektroden (Eulenburg) zur Contraction gebracht werden, aber bei der Schmerzhaftigkeit des Verfahrens kaum ohne vorherige Cocainisirung.

Hauptreizungspunkt
Muskeln
Elektrode
Bewegung,
rechten Re
äusseren Rand
Die Re
Elektrode
Contract
gewaltsames
Luftröhre
Reizstelle: Dicht übe
-Randes. Wirk
major. Die sc
verschoben und das acr
ein weiter Raum zwi
Das Schlüsselbein wird vom t
Schlüsselbeingruben sehr
Reizstelle: Dicht
Schlüsselbein oder am oberen
Wirkung: Contraction
minor.

N. thoracicus posterior. Reizstelle: Etwas unterhalb des N. accessorius. Wirkung: Contraction der *Mm. rhomboid.* und *serratus post. super.*, das Schulterblatt wird aufwärts und an die Wirbelsäule gezogen, die oberen Rippen leicht gehoben.

Der Erb'sche Supraclavicularpunkt liegt etwa zwei Finger breit über dem Schlüsselbein und um eines Fingers Breite vom hintern Rand des *sternocleido-mastoideus* entfernt. Bei Reizung desselben contrahiren sich zusammen: deltoideus, biceps, brachialis internus und supinator longus.

Obere Extremität (Fig 71, 72).

Plexus brachialis. Reizstelle: In der Supraclavicular-Gegend an mehreren Stellen dicht oberhalb des Schlüsselbeins. Wirkung: Bewegung der ganzen oberen Extremität.

N. axillaris. An der in der Figur bezeichneten Stelle — übrigens sehr schwer isolirt zu treffen. Wirkung: Contraction des *M. deltoideus.*

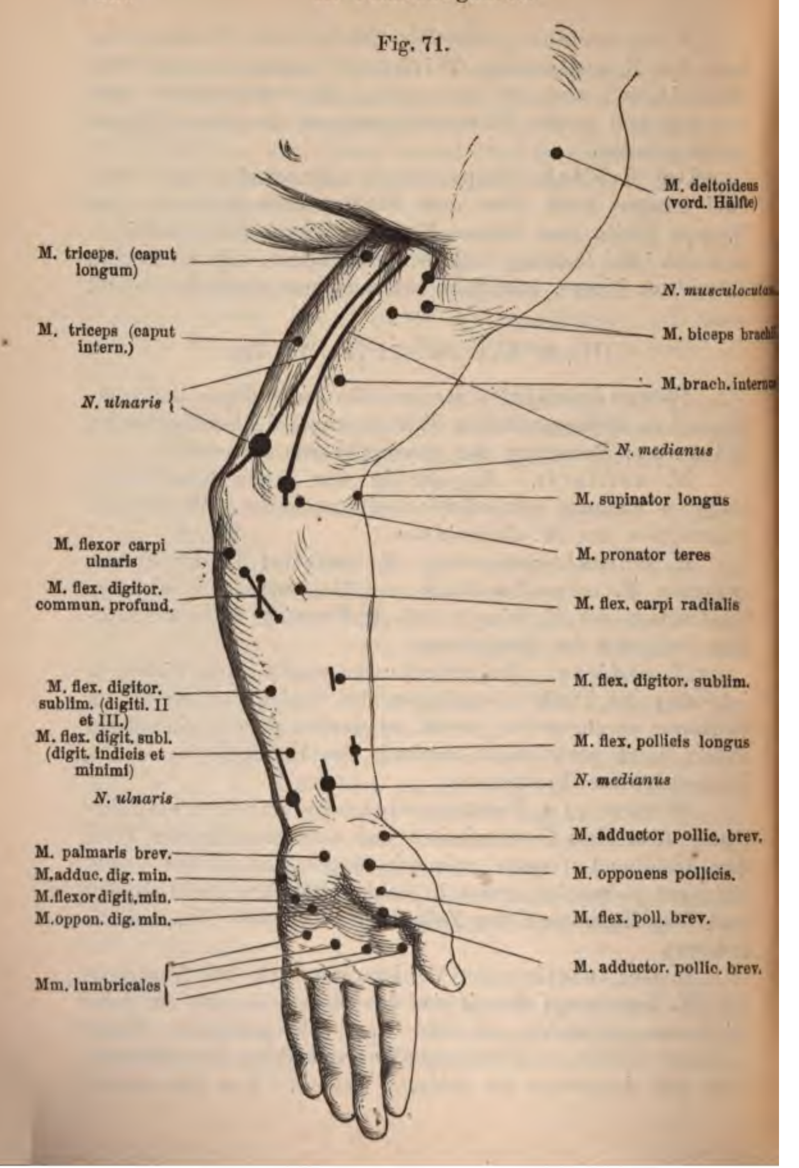
N. musculo-cutaneus. Reizstelle: In der Furche zwischen M. coraco-brachialis und M. biceps. Wirkung: Contraction des *M. biceps* und *M. brachialis internus:* kräftige Beugung des Vorderarms.

N. medianus. Reizstelle: Im ganzen *sulcus bicipitalis internus;* die Punkte bezeichnen die Stellen, an denen der *medianus* vorzugsweise gereizt zu werden pflegt; ein solcher Punkt liegt auch dicht oberhalb des Handgelenks an der Beugeseite des Vorderarms.

Wirkung: a. Parästhesien oder Schmerzempfindung über dem Daumenballen und dem benachbarten Theil der Hohlhand *(ramus palmaris longus* und dessen *ramus cutaneus palmaris)*, sowie in beiden Rändern des Daumens und dem Radialrand des Zeigefingers (sensible *Nn. digitales volares*).

b. Contraction der Vorderarmmuskeln mit Ausnahme des *M. flexor carpi ulnaris* und des Ulnartheils vom *M. flexor digitorum profundus*, die beide vom nahe gelegenen *ulnaris* versorgt werden. Am Daumenballen contrahiren sich alle Muskeln mit Ausnahme des *adductor pollicis.* Von den lumbri-

Fig. 71.


M. deltoideus (vord. Hälfte)
M. triceps. (caput longum)
N. musculocutan.
M. biceps brachii
M. triceps (caput intern.)
M. brach. internus
N. ulnaris
N. medianus
M. supinator longus
M. flexor carpi ulnaris
M. pronator teres
M. flex. digitor. commun. profund.
M. flex. carpi radialis
M. flex. digitor. sublim.
M. flex. digitor. sublim. (digiti. II et III.)
M. flex. pollicis longus
M. flex. digit. subl. (digit. indicis et minimi)
N. medianus
N. ulnaris
M. adductor pollic. brev.
M. palmaris brev.
M. opponens pollicis.
M. adduc. dig. min.
M. flexor digit. min.
M. flex. poll. brev.
M. oppon. dig. min.
M. adductor. pollic. brev.
Mm. lumbricales

cales wird der I., II., manchmal auch der III. vom *medianus* versorgt. (Vgl. Brösicke, Cursus der normalen Anatomie, Berlin. III. Aufl. 1892.)

Die *Mm. flexores digit. subl. et prof.* müssen intramuskulär gereizt werden, dagegen kann man die Medianusäste für den *M. radialis ext.* und *palmaris long.* ziemlich in derselben Höhe unter dem Ellbogen treffen.

Den *M. flexor pollicis longus* kann man indirect reizen durch Aufsetzung einer Elektrode eine Handbreit über dem Handgelenk, zwischen den Sehnen des *M. radialis int.* und M. supinator longus.

Die Medianusäste für die *Mm. abductor pollicis brevis, flexor poll. brevis* und *opponens pollicis* liegen nahe bei einander am Daumenballen. Die Aeste für die *Mm. lumbricales* treten etwa in der Mitte der Muskeln ein. Ihre Reizung bewirkt Beugung der ersten und Streckung der II. und III. Phalanx der Finger.

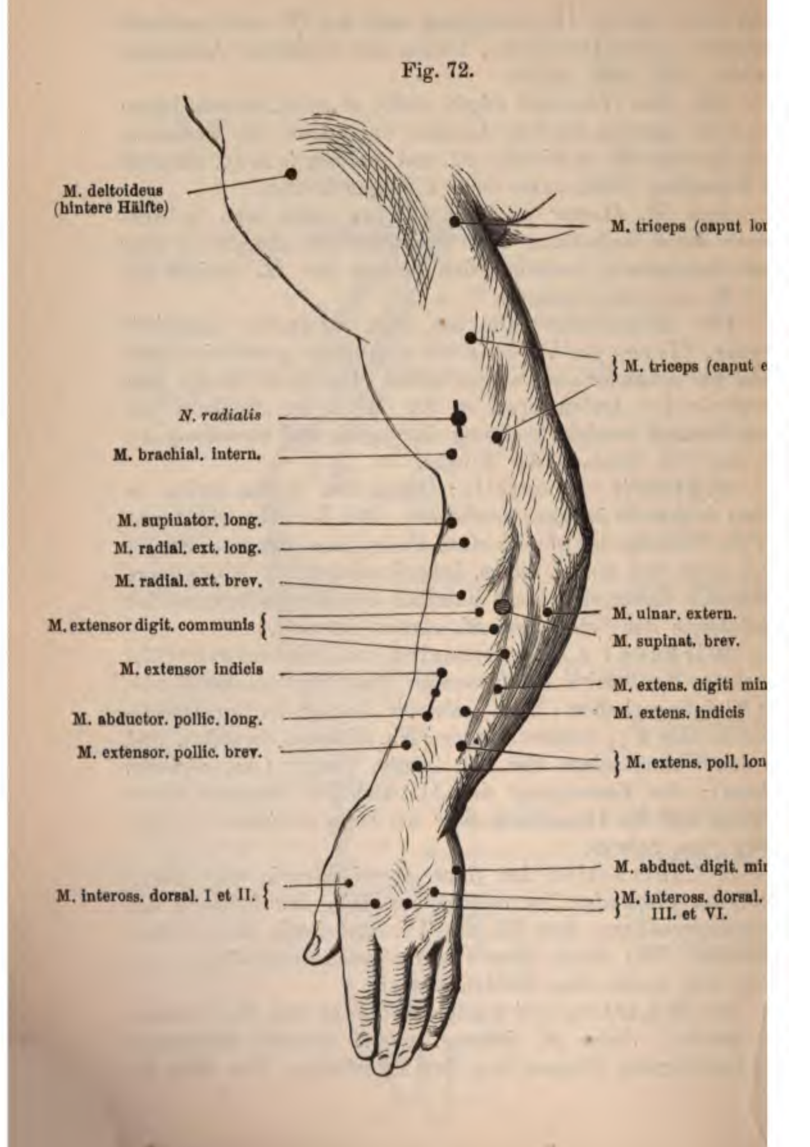
N. ulnaris. Reizstelle: Durch den dicken Strich im *sulcus bicipitalis internus* bezeichnet. Mit Vorliebe wählt man für die Reizung des *ulnaris* einen Punkt, der etwa zwei Finger breit über dem *condyl. intern. humeri* gelegen ist. Eine andere Reizstelle findet sich dicht oberhalb des Handgelenks an der Radialseite der Sehne des *M. ulnaris internus.*

Wirkung: a. Parästhesien und Schmerzgefühl in einem Hautbezirk am untersten Theil des Unterarms und am Kleinfingerballen *(Ram. palmaris longus)*, in den Dorsalrändern der $2^1/_2$ letzten Finger *(Nn. digitales dorsales)*, und in den Volarrändern der $1^1/_2$ letzten Finger (*Nn. digitales volares*); die Versorgung der II. und III. Phalanx übernehmen auf der Dorsalseite hier wie beim *medianus* die stärkeren *ram. volares.*

b. Contraction im *flexor carpi ulnaris* und *flexor digitorum profundus*, im *adductor pollicis*, den Muskeln des Kleinfingerballens, dem III. und IV. *lumbricalis*, sämmtlichen *interossei.* Das durch diese Contractionen entstehende Bild prägt sich leicht dem Gedächtniss ein.

Die *Mm. interossei* werden am besten vom Handrücken aus gereizt. Jeder *M. inteross. extern.* bewirkt Abduction des betreffenden Fingers von der Mittellinie. Die *Mm. in-*

Fig. 72.



M. deltoideus
(hintere Hälfte)
M. triceps (caput lo
M. triceps (caput e
N. radialis
M. brachial. intern.
M. supinator. long.
M. radial. ext. long.
M. radial. ext. brev.
M. extensor digit. communis
M. ulnar. extern.
M. supinat. brev.
M. extensor indicis
M. extens. digiti mi
M. abductor. pollic. long.
M. extens. indicis
M. extensor. pollic. brev.
M. extens. poll. lon
M. abduct. digit. mi
M. inteross. dorsal. I et II.
M. inteross. dorsal.
III. et VI.

terossei interni werden bei Reizung der *externi* mit starkem Strome auch mit contrahirt und es entsteht dann Beugung der ersten Phalangen gegen den Metacarpus mit gestrecktem Finger.

N. radialis. Reizstelle: Am besten zu treffen an der äusseren Kante des humerus, etwas nach aussen von einer Stelle in der Mitte zwischen der Insertion des deltoides und dem condyl. ext. hum.

Wirkung: a. Parästhesien und Schmerzempfindungen auf der Rückseite des Unterarms *(N. cutaneus externus antibrachii),* (der die Rückseite des Oberarms versorgende Ast des *N. radialis*, *N. cutaneus post. sup.* wird bei der gewöhnlich üblichen Reizung des *radialis* nicht mitgetroffen), in den Dorsalrändern der I. Phalanx der $2^1/_2$ ersten Finger.

b. Contraction sämmtlicher Extensoren des ganzen Arms. Von den Handmuskeln wird keiner vom *N. radialis* versorgt. Der Effect der Reizung des *radialis* ist leicht einzusehen; das Bild derselben prägt sich leicht ein, wenn man es einmal gesehen hat.

Die vom *radialis* versorgten Muskeln können sämmtlich, wie aus den Punkten in der Figur hervorgeht, direct gereizt werden. Bei einigen derselben gelingt auch die isolirte indirecte Reizung, die jedoch mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Rumpf.

Die *Mm. intercostales externi* faradisirt man am besten in der Art, dass man die feine Elektrode gegen den unteren Rippenrand andrückt, nahe dem Ursprunge des *serratus major.* Die Wirkung ist deutliche Erhebung der nächsten unterhalb der Elektrode gelegenen Rippe. Die Respirationsbewegungen ändern nichts an dieser Erscheinung.

Die *Nn. intercostales abdominales* können in den einzelnen Intercostalräumen isolirt gereizt werden.

M. rectus abdominis. Reizstellen der Nerven, die an Zahl den Muskelbäuchen entsprechen, am äusseren

Rand des Muskels. Wirkung: Herstellung einer Ebene zwischen Symphyse und Sternum.

M. obliquus abdom. extern. Reizstelle: In den unteren Intercostalräumen, am besten am freien Rande der elften und zwölften Rippe. Wirkung: Bei beiderseitiger Reizung Abflachung der äusseren Theile der Bauchwand mit starker Vorwölbung der mittleren Partie.

M. transversus abdominis. Reizstelle: Ueber der crista ilei beiderseits, nahe am äusseren Rande des *M. quadratus lumborum.* Wirkung: Wie bei willkürlicher starker Anstrengung der Bauchpresse.

M. splenius capitis. Intramusculär, etwas unterhalb des Proc. mastoid. Wirkung: Drehung des Kopfes nach der gereizten Seite hin.

M. latissimus dorsi. Reizstelle: Indirect an der hinteren Wand der Achselhöhle, zwischen Scapula und Brustwand.

Teres major und *serrat. post. inf.* sind nur direct zu reizen.

Untere Extremität (Fig. 73, 74).

Die Muskeln der Hüfte und des Oberschenkels erfordern wegen der Dicke der Hautdecken und des Panniculus adiposus starke Ströme; der Unterschenkel besitzt eine grosse Empfindlichkeit der Haut, welche die Anwendung hoher Stromintensitäten ausschliesst. Varianten finden sich häufig, bei fetten Personen ist am Oberschenkel nur von extramusculärer Reizung ein deutlicher Effect zu erzielen.

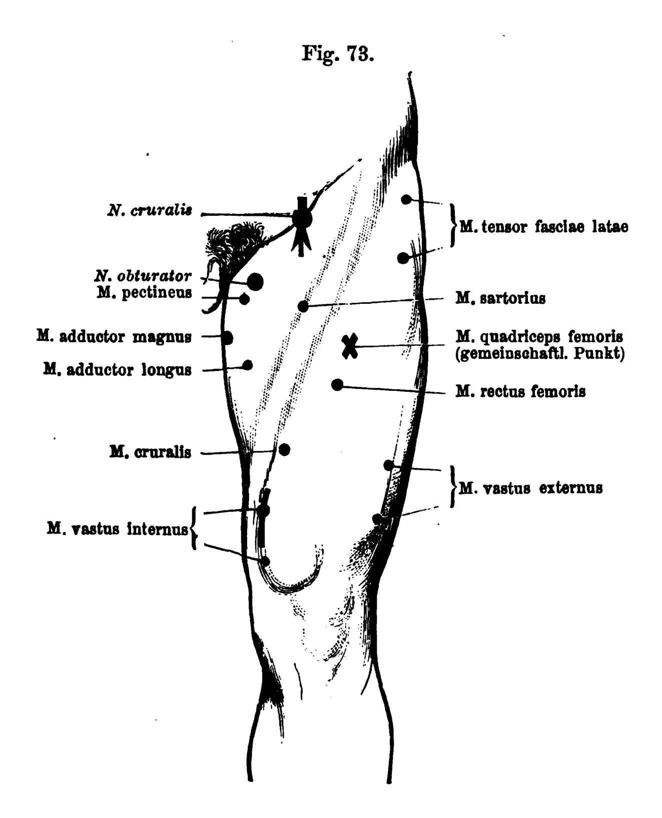
N. cruralis. Reizstelle: In der Leistengegend etwa in der Mitte (um wenig mehr nach innen) und unterhalb des *ligam. Pouparti*, lateralwärts von der *arteria femoralis.*

Wirkung: Parästhesien auf der vorderen Seite des Oberschenkels (*Nn. cutanei femoris anteriores* und *mediales*), auf der medialen Seite des Unterschenkels (*N. saphenus*) und am medialen Fussrand (*N. saphenus*).

Contraction in sämmtlichen Streckmuskeln des Oberschenkels (mit Ausnahme des *tensor fasciae latae*), die bei *sehr starkem* Strom in einer schleudernden Streckbewegung *besteht.*

Die vom *Cruralis* versorgten .Muskeln werden an den in der Figur bezeichneten Punkten von der Elektrode am besten getroffen. Besonders bemerkenswerth ist der gemeinschaftliche Quadriceps-Punkt.

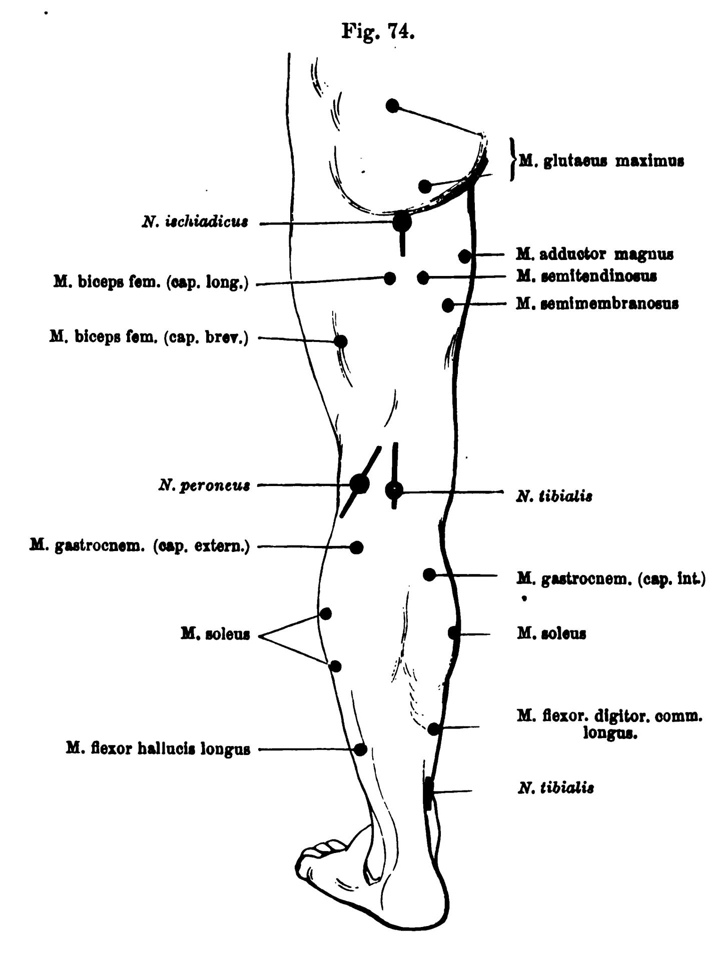
Fig. 73.



N. obturatorius. Die Reizstelle liegt über dem *foramen obturatorium.* Neben der Contraction sämmtlicher Adductoren einschliesslich des *obturator internus* wird durch den *N. cutaneus n. obturatorii,* welcher die mediale Seite des

Oberschenkels versorgt, eine recht unangenehme Empfindung ausgelöst.

Fig. 74.



N. ischiadicus. Reizstelle: Zwischen *trochanter major* und *tuber ischii;* starker Strom und nicht zu kleine

Elektrode erforderlich. Von seinen beiden Zweigen findet man den *tibialis* ganz leicht in der Mitte der Kniekehle und an der medialen Seite der Achillessehne, den *peroneus* ebenso leicht etwas oberhalb des Wadenbeinköpfchens.

Die Reizstellen für die Beuger des Oberschenkels *biceps*, *semitendinosus*, *semimembranosus* sind in der Figur angegeben.

Wirkung bei Reizung des *tibialis:*

Parästhesien in der Haut der Ferse und dem lateralen Fussrand *(N. communicans tibialis*, bezw. nach seiner Verschmelzung mit dem *N. communicans peronei)*, desgl. in der Fusssohle und den unteren Zehenrändern, deren $1^1/_2$ erste der *N. plantaris medialis* und die $3^1/_2$ letzten der *N. plantaris lateralis* versorgt.

Contraction sämmtlicher Beugemuskeln des Unterschenkels und des Fusses (Plantarflexion des Fusses und der Zehen).

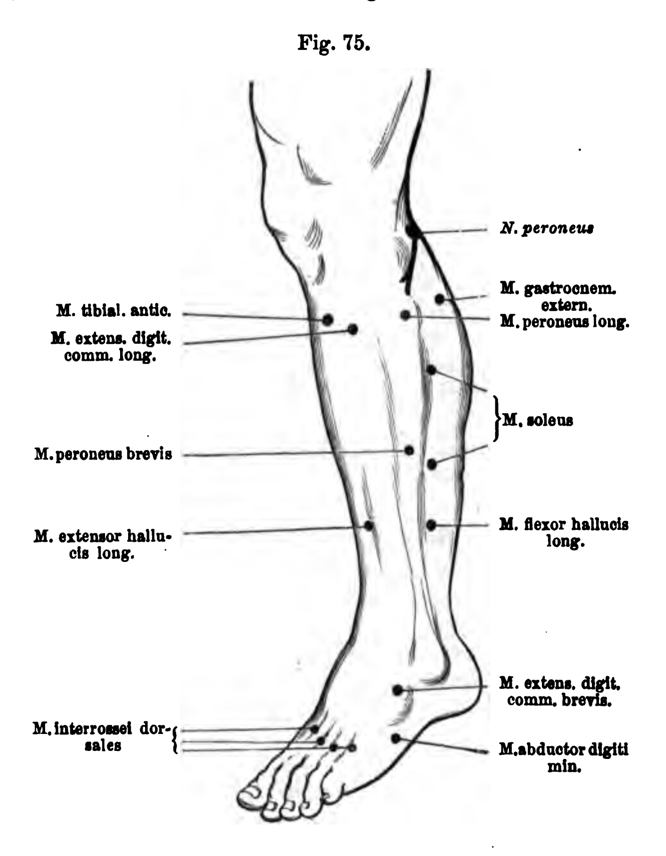
Wirkung der Reizung des *N. peroneus*:

Parästhesien in der hinteren Seite des Unterschenkels *(N. cutaneus cruris posterior*, — soweit die Versorgung nicht mehr vom *N. cutaneus femoris posterior* aus dem *plexus lumbalis* getragen wird), desgl. in der lateralen Scite des Unterschenkels *(N. communicans peronei)*, im medialen Fussrand *(N. peroneus superficialis* — wenn der *saphenus* nicht soweit herunter läuft), in den einander zugekehrten Rändern des Fussrückens der 1. und 2. Zehe *(N. peroneus profundus)* und den einander zugekehrten Rändern der 3. bis 5. Zehe *(N. peroneus superficialis)*.

Contraction aller Extensoren des Unterschenkels, des Fussrückens und der Zehen *(N. peroneus profundus)*. Zu bemerken ist, dass die Spaltung des *N. peroneus* in den *N. peroneus profundus* und den *N. peroneus superficialis* nach der Durchbohrung des *Musc. peroneus longus* vor sich geht.

Die Reizpunkte für die einzelnen Muskeln des Unterschenkels und des Fusses sind aus nebenstehender Figur ersichtlich. Man suche sie auf und bestimme und beschreibe so genau wie möglich ihre topographische Lage, um sie jederzeit ohne Umstände wiederzufinden (Fig. 75).

Fig. 75.



Die sensiblen Punkte.

Während an den Extremitäten fast alle Nerven den Charakter der gemischten Nerven tragen und daher die Punkte, an welchen motorische und sensible Nerven am besten zu treffen sind, zusammen fallen, besteht an den Gehirnnerven eine strenge Scheidung.

An den Extremitäten ist es nun noch von Nutzen, die Hautbezirke abgrenzen zu können, welche von den

einzelnen sensiblen Nerven versorgt werden. Die im vorigen Capitel gegebenen Andeutungen werden im Verein mit den Figuren auf S. 195 ff. in den meisten Fällen genügen. Bei Neuralgien, cutanen Anästhesien u. s. w. hat diese Kenntniss diagnostische Wichtigkeit.

An den Kopfnerven, vorzugsweise im Gebiet des *trigeminus*, giebt es einige Stellen, welche als „Druckschmerzpunkte" für die Neuralgie von diagnostischer Bedeutung geworden sind und die in der Elektrotherapie für die Application der schmerzstillenden Elektrode bevorzugt werden. Solche Stellen sind die Gegend unmittelbar über der *incisura supraorbitalis*, durch welche der *N. supraorbitalis* (I. Ast des *trigeminus*) aus der Augenhöhle heraustritt und nach Durchbohrung des *Musc. frontalis* seine Zweige über das Stirn- und Scheitelbein bis in die Nähe des Hinterhauptbeins entsendet. Durch die gleiche *incisura* tritt ein Ast des *supraorbitalis*, der den medianen Theil der Stirnhaut versorgende *N. frontalis*, heraus, welcher also bei dem angegebenen Ansatz der Elektrode mitgetroffen wird.

Durch den *canalis infraorbitalis* tritt der *N. infraorbitalis* (II. Ast des *trigeminus*) aus dem Knochengerüst des Schädels unmittelbar unter die Gesichtshaut. Wenn man bei Neuralgien im Bereich dieses Nerven hier die Anode aufsetzt, so beeinflusst man nicht allein die Aeste, welche die Haut der unteren Augenlider, der Nase und der Oberlippe versorgen, sondern auch die oberen Zahnnerven *(Nn. pentales superiores)*, welche bereits im *canalis infraorbitalis* selbst von dem Hauptstamm sich trennen.

Weniger wichtig ist der *canalis zygomatico-facialis*, dessen Oeffnung sich nahe am *margo infraorbitalis* und etwa $1^1/_2$ Finger breit unterhalb des äusseren Augenwinkels befindet. Einen Finger breit darüber liegt, ebenfalls am *margo infraorbitalis*, die Mündung des *canalis zygomatico-temporalis*. Durch beide treten die gleichnamigen Nerven, Aeste des *N. zygomaticus* (II. Ast des *trigeminus*) hindurch und versorgen kleine Bezirke der Wangen- und Schläfenhaut.

In einigen wenigen Fällen wird man die Nerven beeinflussen wollen, welche die Schleimhaut des Gaumens mit sensiblen Fasern versorgen. Man trifft die *Nn. pterygo-*

palatini bezw. deren Zweig, den *N. palatinus anterior*, bei seinem Austritt durch das *foramen pterygo-palatinum* am hinteren Ende des harten Gaumens.

Der *N. auriculo-temporalis (Ram. inferior* des III. Astes des *trigeminus)*, welcher mit seinem Endast *N. temporalis superficialis* die Haut der Schläfe versorgt, wird am besten unmittelbar vor dem äusseren Gehörgang getroffen.

Die *Nn. dentales* bezw. *alveolares inferiores* muss man in vorkommenden Fällen durch den knöchernen Unterkiefer hindurch zu beeinflussen suchen, falls die Störung nicht in den vom *N. mentalis* besonders versorgten Partien an Kinn und Unterlippe ihren Platz hat, welchen man bei seinem Austritt aus dem *foramen mentale* treffen kann.

Sehr häufig findet man einen Druckschmerzpunkt etwa 2 Finger breit von der Halswirbelsäule lateralwärts und ungefähr in der Höhle des äusseren Gehörganges. Dies ist die Stelle, an welcher der *N. occipitalis major* (hinterer Ast des zweiten Cervicalnerven) den *Musc. cucullaris* durchbohrt und zur äusseren Haut übertritt.

Etwa in der Mitte des hinteren Randes des *M. sterno-cleido-mastoideus* kommen *auricularis magnus* (zur Haut in der Umgebung des Ohrs) und *occipitalis minor* (zur Haut des Hinterhauptes), beide aus dem *plexus cervicalis* stammend, hervor und sind dort dem Einfluss des Stromes zugänglich.

Eine Reihe von andern Druckschmerzpunkten, die an der Brust oder in der Nähe der Wirbelsäule z. B. bei der Neurasthenie, der Hysterie, der Chorea und bei Rückenmarkskrankheiten angetroffen werden, lassen sich nicht mit Bestimmtheit auf die Druckempfindlichkeit eines darunter liegenden sensiblen Nerven zurückführen.

Die elektrodiagnostische Untersuchung.

Bevor man eine elektrodiagnostische Untersuchung vornimmt, muss man mit allen Hilfsmitteln der modernen Medicin die Diagnose so genau wie möglich festgestellt haben. Trotz aller Bemühungen, trotz der Aufbietung aller anatomischen, pathologischen und klinischen Kenntnisse wird man

indessen häufig in einen Abgrund des Wissens gerathen, den man beim besten Willen nicht mehr überbrücken kann. In solchen Fällen kommt dann nicht selten die elektrodiagnostische Untersuchung rettend zur Hilfe und ergänzt durch einen geschickten Bau die unterbrochene Strasse zu einem ebenen, geraden Wege, an dessen Ende sich bald der Ausblick auf ein klares und vollständiges Krankheitsbild eröffnet.

Es sind vorzugsweise die Erkrankungen von peripheren Nerven und Muskeln, bei denen uns eine elektrische Untersuchung diagnostisch und prognostisch geradezu unschätzbare Dienste leistet. Muskeln und Nerven reagiren auf den elektrischen Strom durch Zuckungen, welche dem Grade und der Qualität nach in pathologischen Fällen erfahrungsgemäss verändert sind. Daher beruht auch die Methode der elektrodiagnostischen Untersuchung der Nerven und Muskeln auf der genauen Feststellung dieser Zuckungen und der Vergleichung der gefundenen Werthe untereinander.

In zweiter Reihe liefert uns die Elektrodiagnostik bei Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten vortreffliche differentialdiagnostische Anhaltspunkte durch die eben angedeutete Methode. Eine geringere Bedeutung beansprucht die Prüfung der erhöhten Sensibilität der Centralorgane mittels des faradischen und constanten Stromes (vgl. S. 198). Auch die Widerstandsbestimmungen am Schädel haben uns bisher noch wenig praktische Anhaltspunkte gegeben.

Die diagnostische Bedeutung der Elektricität bei den höheren Sinnesorganen ist noch keineswegs über allen Zweifel erhaben; werthvoller ist unter Umständen die Prüfung der Hautsensibilität mittels des faradischen Stromes (faradocutane Sensibilität).

Beginnen wir mit dem Wichtigsten, der Elektrodiagnostik der peripheren Nerven und der Muskeln.

Die gebräuchlichste Methode ist in solchen Fällen folgende: Es handelt sich z. B. um eine Stichverletzung des N. medianus in der Nähe des Handgelenks mit deutlichen neuritischen Symptomen. Alsdann wird sich unsere Untersuchung vor allem auf dem N. medianus selbst und die von

ihm versorgten Muskeln erstrecken; erst in zweiter Linie wird es uns vielleicht noch interessiren, die Reaction des ulnaris mit seinen Muskeln oder des radialis kennen zu lernen.

Die indifferente Elektrode von 100 cm^2 wird gut befeuchtet am Rücken so angelegt, dass Patient dieselbe mit dem Rücken gegen die Stuhllehne anpressen kann (vgl. S. 116 und Fig. 55). Die differente Elektrode ist 3 cm^2 gross (Stintzing's Normalelektrode) und an einen Elektrodenhalter mit Unterbrechungsvorrichtung befestigt (vgl. S. 115 und Fig. 52); mit dieser letzteren, an welcher also der Strom beliebig geschlossen und geöffnet werden kann, wird die Untersuchung ausgeführt. Diese Elektrode muss ebenfalls gut durchfeuchtet sein und jedesmal vor einer weiteren Application in das bereitstehende Wasser getaucht werden, um womöglich für jede derselben einen gleichen Feuchtigkeitsgrad zu erreichen. Auch in Bezug auf den jedesmal auszuübenden Druck auf die zu prüfenden Organe soll man sich einer möglichst grossen Gleichmässigkeit befleissigen.

Man prüft immer zuerst mit dem faradischen Strom, dann erst mit dem galvanischen, weil der letztere die Widerstandsverhältnisse der Haut verändert, der erstere nicht.

Nachdem also der faradische Strom geschlossen und die secundäre Rolle so weit wie möglich ausgezogen worden, wird die prüfende Elektrode zuerst auf den motorischen Punkt des medianus in der Ellbogenbeuge des gesunden Armes, der in einer mässigen Beugung gehalten werden muss, aufgesetzt und die secundäre Rolle so lange der primären genähert, bis nach öfters ausgeführten Oeffnungen und Schliessungen des Stromes mittels der Unterbrechungselektrode endlich eine kleine Zuckung in den Fingern, die Minimalzuckung, auftritt. Der Rollenabstand (RA) wird notirt. Es folgt eine gleiche Feststellung in ganz derselben Art und Weise am kranken Arm, dann kommt der motorische Punkt des medianus in der Nähe des Handgelenks zuerst für den gesunden, dann für den kranken Arm an die Reihe, schliesslich die vom medianus versorgten Muskeln. Je ausführlicher man die Untersuchung macht, um

so klarer wird natürlich das Resultat derselben zu Tage treten.

Nachdem die Prüfung mit dem faradischen Strom vollendet, wird in ganz derselben Reihenfolge mit dem galvanischen untersucht. Die Regeln über das Ansetzen und Durchfeuchten der Elektroden bleiben die alten. Auch das Princip, von einer geringen Stromstärke zur grösseren aufzusteigen, bis sich endlich die Minimalzuckung einstellt, ist dasselbe, wie bei der faradischen Untersuchung.

Zuerst wird an jeder einzelnen Stelle mit der Kathode geprüft; im Moment der Minimalzuckung liest man am Galvanometer die angezeigten Milliampère ab und notirt dieselben. Bei sehr gut gedämpften Instrumenten wird dies keine Schwierigkeiten haben; schwingt die Nadel im Moment der Zuckung nach, so gelingt es bei einiger Uebung leicht, das Mittel zwischen beiden Extrem-Ausschlägen nach rechts und nach links als das richtige Maass herauszufinden.

Den strengsten wissenschaftlichen Anforderungen entspricht diese Methode freilich nicht; für die Praxis dürfte sie genügen.

Die allmähliche Verstärkung des Stromes wird durch die Nacheinander-Einschaltung einzelner Elemente besorgt. Ist man der glückliche Besitzer eines Rheostaten, so schaltet man eine grössere Zahl von Elementen, z. B. 30 ein, und verstärkt in der Nebenschliessung allmählich den Widerstand bis zur Minimalzuckung. Zeigt es sich, dass die Stromstärke zu diesem oder jenem Zweck nicht ausreicht, so kann man jederzeit mehr Elemente zuschalten; um so grösser ist dann entsprechend auch der Effect der eingeschalteten Widerstände. Der Rheostat leistet in diesem Falle insofern vortreffliche Dienste, als es auch hier darauf ankommt, eine sehr allmähliche Verstärkung des Stromes eintreten zu lassen, jedesmal nur ein wenig mehr von Stromstärke hinzuzufügen, um sicher die kleinste Stromstärke zu gewinnen, welche die erste Zuckung, die Minimalzuckung, auslöst.

Das Galvanometer darf nur ausnahmsweise bei diesen Untersuchungen ausgeschaltet werden.

Es ist zweckmässig, der Untersuchung mit der Kathode

an jeder Stelle die Prüfung mit der Anode gleich anzuschliessen; besonders in den Fällen mit Entartungsreaction giebt uns die letztere ganz besonders wichtige Auskünfte. Man hat dann nur den Strom zu wenden und im übrigen so zu verfahren, wie mit der Kathode. Man beachte, ob die Zuckung, zu welcher erheblich grössere Stromstärken erforderlich sein werden, eine AnSZ oder AnOZ (Anodenschliessungszuckung oder Anodenöffnungszuckung) ist. Auf die Prüfung der KaOZ und des KaTe (Kathoden-Tetanus) kann man, wenn nicht besondere Gründe dazu vorliegen, in den meisten Fällen verzichten.

Die elektrodiagnostische Untersuchung der Nerven und Muskeln mittels des Franklin'schen Stromes, welche bis heute noch sehr wenig geübt worden ist, theilt sich in zwei Methoden:

1) die Untersuchung mit dem Funkenstrom (Funkenentladung) und

2) die Untersuchung mit der dunklen Entladung. Für beide finden sich in der auf S. 166 folgenden Tabelle Räume, die mit F und DE bezeichnet sind — wahrscheinlich wird noch lange Zeit darüber hingehen, bis dieselben selbst von Specialisten der Elektrodiagnostik werden ausgefüllt werden!

Ueber die für die diagnostische Untersuchung mit dem Franklin'schen Strom nöthigen Vorbereitungen bemühe man sich auf S. 24 und ff. nachzulesen; sie sind dieselben wie bei therapeutischen Applicationen des Funkenstromes und der dunklen Entladung.

Hier seien nur noch einige Details der Untersuchung selbst erwähnt, deren Methode übrigens noch keineswegs eine endgültige Feststellung erfahren hat.

Bei der Untersuchung mit dem Funkenstrom lässt man aus der Knopf- oder Spitzenelektrode — jedenfalls ist des Vergleichs halber immer dieselbe Elektrode zu wählen — auf die motorischen Punkte der Nerven und Muskeln, deren Erregbarkeit geprüft werden soll, Funken überspringen. Der normale Nerv und Muskel antwortet mit einer prompten Zuckung; in pathologischen Fällen verliert die Zuckung an Intensität oder hört schliesslich auf.

Es kommen Fälle vor, in denen sich die „feinste Reizsonde" der Nerven und Muskeln, wie Schwanda den elektrischen Funken nennt, entschieden als feinere Reizsonde bewährt, wie der galvanische oder faradische Strom (vgl. meine Mittheilung über Dystrophia muscularis progressiva im Neurol. Centralbl. 1889, No. 3). Indessen wäre es verfrüht, den Aussichten dieser Methode für die Elektrodiagnostik einen besonderen Kranz zu flechten.

Mehr noch, scheint es, darf man sich von der andern Methode versprechen, der dunklen Entladung. Vorläufig aber fehlt es noch an einer für diesen Zweck unentbehrlichen Einrichtung bei unserer Influenzmaschine, an einer Mikrometerschraube, durch welche die Verstellung der Conductorkugeln sehr fein graduirt und deren Entfernung von einander an einer Skala in Bruchtheilen von Millimetern abgelesen werden kann.

Die Stromstärke ist nämlich proportional der Funkenschlagweite, und eine genaue Messung der letzteren ist es, worauf es besonders ankommt.

Ein reiches Arbeitsfeld bietet noch dieser Zweig der medicinischen Elektricitätslehre!

Die erhaltenen Resultate, beim faradischen Strom den Rollenabstand RA, beim galvanischen die Milliampère MA, beim Franklin'schen Zuckung oder Nichtzuckung, thut man gut in einer Tabelle einzutragen, welcher man am besten folgende Form giebt (s. folgende Seite):

Gewisse Schwierigkeiten bei der elektrischen Prüfung von Nerven und Muskeln bietet ja unzweifelhaft das Auffinden der motorischen Punkte, und es passirt wohl dem Anfänger, dass, nachdem er schon den Reactionswerth für einen Nerv oder Muskel festgestellt hat, durch zufällige Verschiebung der Elektrode noch bei kleinerem Rollenabstand oder Galvanometerausschlag eine Zuckung erhalten wird. Deshalb empfiehlt es sich, beim Aufsuchen der motorischen Punkte am eigenen Körper sehr sorgfältig vorzugehen und durch kleine Hin- und Herschiebungen der Elektrode den Punkt aufzusuchen, an welchem bei gleicher Stromstärke die grösste Reaction ausgelöst wird: dies ist der richtige motorische Punkt.

Tabelle für elektrodiagnostische Untersuchung

z. b. H. K. Dystrophia musculorum progressiva.
14./I. 89

L. (links) R. (rechts)

Fank-linisch		Fara-disch	Gal-va-nisch	Motorische Punkte	Gal-va-nisch	Fara-disch	Frank-linisch	
DE.	F.	RA.	MA.		MA.	RA.	F.	DE.
norm.	norm.	75	1,8	N. ulnaris . .	1,0	100	norm.	norm.
0	0	60	3,0	N. radialis . .	4,0	40	0	0
sehr schw.	sehr schw.	60	3,0	M. abduct. poll. long. . . .	3,0	40	sehr schw.	sehr schw.
0	0	35	10,0*	M. infraspinat. .	7,0*	55	0	0

norm. = normale Zuckung; 0 = keine Zuckung; sehr schw. = sehr schwach; * = AnSZ > KaSZ; F = Funkenentladung; DE = dunkle Entladung.

Anm. Unter DE müssten die Abstände der Conductorenkugeln in Millimetern angegeben sein.

Eine andre Schwierigkeit liegt in der Beurtheilung der Minimalzuckung. Dieselbe soll sichtbar sein; ist dieselbe nur fühlbar, so muss eine betreffende Angabe gemacht werden. Oft regt sich ein Zweifel, ob die Zuckung normal ist, d. h. blitzartig, „prompt", oder ob sie einen trägen Charakter besitzt, wie bei der Entartungsreaction. Eine genaue Beobachtung und Vergleichung der normalen „prompten" Reaction mit der unzweifelhaft „trägen" wird bei einiger Uebung auch bald darüber hinweghelfen.

Eine fernere Schwierigkeit liegt schliesslich in der Beurtheilung der erhaltenen Reactionswerthe in Bezug auf die Fragen: physiologisch oder pathologisch? normal oder nicht normal?

Handelt es sich am menschlichen Körper um die elektrodiagnostische Prüfung einseitiger Lähmungen u. s. w., so gebraucht man die Reactionswerthe der Nerven und Muskeln der gesunden Seite als willkommenes Vergleichsobject. Wie *aber, wenn* z. B. beide Arme von einer gleichen Affection *befallen sind,* wie z. B. bei der progressiven Muskelatrophie?

Erb wollte sich in solchen Fällen in folgender Weise helfen: er hatte gefunden, dass zwischen den Reactionswerthen einiger Nerven: des facialis, accessorius, ulnaris und peroneus, bei derselben Person ein ziemlich constantes Verhältniss obwaltete. Zeigte sich dieses Verhältniss bei Jemand in irgend einer Weise gestört, so musste der Störenfried als pathologisch angesehen werden.

Dies Verfahren war indessen umständlich und auch wenig genau.

Stintzing (Elektrodiagnostische Grenzwerthe, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 39, S. 76 ff.) bahnte in dieser Beziehung einen grossen Fortschritt an, indem er nachwies, dass die physiologische Minimalerregung jedes Nerven und Muskels bei Anwendung der gleichen Elektrode (Normalelektrode von 3 cm^2) im Bereiche einer „specifischen Strombreite" stattfindet, welche durch einen unteren und oberen „Grenzwerth" bestimmt ist. Die Grenzwerthe sind bei dem gleichnamigen Nerven verschiedener Individuen um einen Rollenabstand von 1,2 MA von einander entfernt.

Die normale elektrische Erregbarkeit überhaupt schwankt an einem und demselben Individuum faradisch im Mittel um 44 mm Rollenabstand, galvanisch im Mittel um 2,3 MA, während sich bei verschiedenen Individuen erheblich grössere Erregbarkeitsdifferenzen zeigen, von 80 mm RA und 3,0 MA.

Die folgende Tabelle von Stintzing giebt die oberen und unteren Grenzwerthe sowie die mittleren Reactionswerthe wieder.

Man wird diese Tabelle zu Rathe ziehen, sobald man sich in der Beurtheilung des erhaltenen Rollenabstandes oder des Galvanometerausschlages unsicher fühlt. Mit Hilfe derselben wird man auch geringe Steigerungen oder Verminderungen der elektrischen Erregbarkeit feststellen können. Freilich muss man erst untersucht haben, in wie weit der Werth der Skala des Inductionsapparates von Stintzing mit der des eignen übereinstimmt; wenn man dann z. B. gefunden hat, dass die Grenzwerthe bei Reizung des N. ulnaris bei mehreren Personen 125 und 90 sind, statt wie bei *Stintzing* 145 und 110, so muss man jedesmal *den eignen Werthen* 20 zuzählen, um einen Vergleich mit

Tabelle 21 (Stintzing).

Generaltabelle

der Grenzwerthe, innerhalb welcher die normale Erregbarkeit der einzelnen Nerven sich abspielt, und der Extremwerthe, sowie der Maximaldifferenz beider Körperhälften.

Nerven	Erregbarkeit							
	galvanische				faradische			
	Unteres Extrem	Grenz- und Mittelwerthe	Oberes Extrem	Differenz	Unteres Extrem	Grenz- und Mittelwerthe	Oberes Extrem	Maximaldiff. beider Seiten
N. facialis [1]) . .	0,8	1,0—2,5 1,75	2,8	1,3	145	132—110 121	102	10
R. frontalis . .	0,6	0,9—2,0 1,45	2,5	0,7	—	137—120 128,5	117	10
R. zygomaticus .	—	0,8—2,0 1,4	2,5	—	145	135—115 125	110	—
R. mentalis . .	—	0,5—1,4 0,95	—	—	—	140—125 132,5	118	—
N. accessorius .	—	0,10—0,44 0,27	0,6	0,15	—	145—130 137,5	125	10
N. musc. cutaneus	—	0,04—0,28 0,17	0,35	0,19	—	145—125 135	122	10
N. medianus [2]) .	0,27	0,3—1,5 0,9	2,0	0,6	141	135—110 122,5	100	12
N. ulnaris I [3]) .	—	0,2—0,8 0,55	1,3!	0,6	145	140—120 130	110!	6
N. ulnaris II [4]) .	—	0,6—2,6 1,6	—	0,7	—	130—107 118,5	—	11
N. radialis . . .	0,7	0,9—2,7 1,8	3,0	1,1	125	120— 90 105	—	16
N. cruralis . . .	0,3	0,4—1,7 1,05	2,6!	0,6	—	120—103 111,5	—	8
N. peroneus . .	—	0,2—2,0 1,1	2,7!	0,5	138	127—103 115	95	13
N. tibialis . . .	—	0,4—2,5 1,45	—	1,1	125	120— 95 107,5	93	10
N. axillaris . .	—	0,6—5,0 2,8	—	0,7	—	125— 93 109	67	13
N. thorac. anter. .	—	0,09—3,4 1,75	—	1,3	—	145—110 127,5	—	20!

Reizstellen: 1) unterhalb der Ohrmuschel, 2) am Oberarm im Sulcus bicipit. int., 3) oberhalb des Olekranon, 4) Rinne zwischen *Olekranon und Condyl.* int. — ! bedeutet auffallend hoch, unzuverlässig.

Tabelle 22 (Stintzing).

Galvanische Erregbarkeitsskala der Nerven.

Nach den unteren Grenzwerthen.		Nach den oberen Grenzwerthen.		Nach den Mittelwerthen	
1. N. musc. cut.	0,05	1. N. musc. cut.	0,28	1. N. musc. cut.	0,17
2. N. accessor.	0,10	2. N. accessor.	0,44	2. N. accessor.	0,27
3. N. ulnar. I.	0,2	3. N. ulnar. I.	0,9	3. N. ulnar. I.	0,55
4. N. peron.	0,2	4. R. mental.	1,4	4. N. median.	0,9
5. N. median.	0,3	5. N. median.	1,5	5. R. mental.	0,95
6. N. crural.	0,4	6. N. crural.	1,7	6. N. crural.	1,05
7. N. tibial.	0,4	7. N. peron.	2,0	7. N. peron.	1,1
8. R. mental.	0,5	8. R. zygom.	2,0	8. R. zygom.	1,4
9. N. ulnar. II.	0,6	9. R. frontal.	2,0	9. R. frontal.	1,45
10. R. zygomat.	0,8	10. N. tibial.	2,5	10. N. tibial.	1,45
11. R. frontal.	0,9	11. N. facial.	2,5	11. N. ulnar. II.	1,6
12. N. radial.	0,9	12. N. ulnar. II.	2,6	12. N. facial.	1,75
13. N. facial.	1,0	13. N. radial.	2,7	13. N. radial.	1,8

Tabelle 23 (Stintzing).

Faradische Erregbarkeitsskala der Nerven.

Nach den unteren Grenzwerthen		Nach den oberen Grenzwerthen		Nach den Mittelwerthen	
1. N. accessor.	145	1. — —	130	1. — —	137,5
2. N. musc. cut.	145	2. — —	125	2. — —	135
3. R. mental.	140	3. — —	125	3. — —	132,5
4. N. ulnar. I.	140	4. — —	120	4. — —	130
5. R. frontal.	137	5. — —	120	5. — —	128,5
6. R. zygomat.	135	6. — —	115	6. — —	125
7. N. median.	135	7. — —	110	7. — —	122,5
8. N. facial.	132	8. — —	110	8. — —	121
9. N. ulnar. II.	130	9. — —	107	9. — —	118,5
10. N. peron.	127	10. — —	103	10. — —	115
11. N. crural.	120	11. — —	103	11. — —	111,5
12. N. tibial.	120	12. — —	95	12. — —	107,5
13. N. radial.	120	13. — —	90	13. — —	105

Stintzing's Tabelle vornehmen zu können. Die abgelesenen MA lassen sich natürlich ohne weiteres mit derselben vergleichen, wenn man auch stets bedacht sein muss, dass diese Werthe mit dem sehr präcise arbeitenden Edelmann'schen Galvanometer gewonnen sind, das eben nur wenigen zur Verfügung steht. Immerhin wird man daran viele Anhaltspunkte haben.

Stintzing hat fernerhin noch die Nerven in einer ihrer Erregbarkeit entsprechenden Reihe geordnet, sodass für jede Stromesart je eine „Erregbarkeitsskala" entsteht. Dieselben haben auf S. 169 ihren Platz gefunden.

In der faradischen Erregbarkeitsskala der Nerven bringt die Ordnung nach oberen oder unteren Grenzwerthen oder Mittelwerthen keine Aenderung in der Reihenfolge der Nerven hervor, bei der galvanischen sind nur einige wenige Umstellungen nöthig. Man sieht daraus, dass eine gewisse Gesetzmässigkeit in dem Verhältniss der einzelnen Nerven zu einander in Bezug auf ihre Erregbarkeit besteht. Accessorius und musculo-cutaneus sind immer am leichtesten erregbar, während radialis und tibialis die relativ stärksten Ströme beanspruchen.

Zuckungsgesetz.

Alle vorstehenden Reactionswerthe in den Stintzingschen Tabellen sind, soweit sie den galvanischen Strom betreffen, Schliessungszuckungen der Kathode (KSZ).

Die KSZ wird bei allen elektrodiagnostischen Untersuchungen in erster Reihe geprüft, weil dieselbe mit der grössten Sicherheit zuerst auftritt. Die Reaction der Anode ist lange nicht so constant. Stintzing's Resultat aus 500 Beobachtungen war dieses, dass bei immer stärker werdendem Strom zunächst der KSZ in den meisten Fällen die Schliessungszuckung der Anode (ASZ) auftritt, und dass dann erst die Anodenöffnungszuckung (AOZ) bei weiter verstärktem Strom sich anreiht. (Die Reihe KSZ—ASZ—AOZ findet sich nach Stintzing bei *Reizung vom* Nerven aus in 72 %, bei directer Muskel*reizung sogar* in 89 %.) Die einzelnen Nerven verhalten

sich dem gegenüber verschieden: Das Erstauftreten der AOZ (vor der ASZ) wurde am facialis unter 31 mal nur einmal gefunden, an den Facialiszweigen, am musculo-cutaneus und am accessorius niemals. Häufiger ist das Erstauftreten der AOZ (infolge dessen auch AOZ > ASZ, falls der Strom so stark ist, dass beide Reactionen neben einander ausgelöst werden können) am ulnaris (20 %), peroneus (21 %) und medianus (29 %). Der einzige Nerv, bei dem AOZ früher als ASZ eintritt, ist der radialis (Erb, Stintzing).

„Ein sehr kleiner Procentsatz," sagt Stintzing, „kommt auf die seltenen Ausnahmen des Zuckungsgesetzes, bei welchen ASZ = AOZ (7 %), oder AZ = KZ (2 %), oder gar AZ > KZ (1 %) ist."

Bei intramusculärer Reizung soll die AOZ meist ganz vermisst werden. Dass die AOZ vor der ASZ auftritt, hat der vielgenannte Autor nur beim rectus femoris in 2 % aller Beobachtungen gesehen.

Die späterhin noch auftretenden Reactionen KOZ und KSTe (d. h. Kathoden-Schliessungs-Tetanus) beanspruchen bereits so grosse Stromstärken, dass sie wegen der damit verbundenen Schmerzhaftigkeit für die Elektrodiagnostik kaum mehr in Frage kommen.

Das elektrodiagnostisch-physiologische Zuckungsgesetz, welches in dem oben Mitgetheilten enthalten ist, ist als eine weitere Ausbildung des physiologischen Zuckungsgesetzes zu betrachten, welches bereits vor vielen Jahren von den Physiologen (Pflüger) festgestellt worden ist. Der Unterschied beider liegt in der Art der Application des elektrischen Reizes, der beim physiologischen Experiment den blossgelegten Nerven oder Muskel traf, während elektrodiagnostisch Nerv und Muskel durch unversehrte Haut hindurch gereizt werden.

Im physiologischen Zuckungsgesetz spielt ausserdem die Richtung des Stromes eine besondere Rolle, welcher dann, wenn die Anode dem centralen Theil des gereizten Organes näher liegt, aufsteigend, im entgegengesetzten Falle absteigend genannt wird.

Durch Brenner wissen wir, dass die Stromrichtung

auf die indirecte und directe Reaction der Muskeln keinen Einfluss ausübt, dass hierfür nur die Wahl der Pole massgebend ist, dass Anode und Kathode verschiedene, eigenartige Wirkungen auslösen (polare Methode).

Durch Pflüger ist diese Thatsache mit dem physiologischen Zuckungsgesetz in Einklang gebracht und auch dieses durch specifische Polwirkungen erklärt worden.

Für beide Gesetze gilt die Grundvoraussetzung, dass nur plötzliche Stromschwankungen (Schwankungen der Stromdichte) im Stande sind, Zuckungen auszulösen (Du Bois-Reymond). Praktisch werden dieselben hervorgebracht durch schnelle Schliessung oder Oeffnung oder Wendung des Stromes von einem Pol auf den andern (Volta'sche Alternativen), und zwar im metallischen Theil des Stromkreises.

Wir sehen den Muskel und den Nerv reagiren auf den galvanischen, den faradischen, den Franklin'schen Strom, auf einzelne Entladungen eines Condensators, auf Einzelschläge eines Inductionsapparates.

Es lag nahe, die Frage aufzuwerfen: Welches ist der gemeinsame, die physiologische Wirkung hervorbringende Faktor bei allen diesen unter einander so sehr verschiedenen Strom-Individualitäten? (Vgl. S. 174.)

Dieser Frage ist Dubois in Bern in seinen vortrefflichen „Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Condensatoren-Entladungen“ Bern, J. Vyss 1888 näher getreten und gelangte für seine Versuchspersonen zu folgenden Resultaten, deren kurze Wiedergabe an dieser Stelle nur eine Anregung bilden soll zum eingehenden Studium der gen. Arbeit.

Die Condensatoren eignen sich sehr gut zur Reizung von Nerven und Muskeln. Dank ihrer kurzen Dauer geben die Zeitladungen die reine Zuckung ohne Schmerz, ohne elektrolytische Wirkungen.

Die verwendeten Condensatoren sind auf 1 Microfarad *und dessen* Bruchteile ($^1/_{1000}$) geaicht. Sie werden sich, je

nachdem man die Zahl von 1 bis 50 Elementen von je 1,4 Volt Spannung zur Leitung einschaltet, mit einem Druck von 1,4 bis 70 Volt wieder entladen.

Es zeigt sich die interessante Thatsache, dass mit 56 Volt die Minimalzuckung (am medianus) auftritt bei 0,007 Microfarad, mit 9,8 Volt dagegen erst bei 0,290 Microfarad; oder, wenn man nach der Formel für die statische Quantität ($Q = CV$ d. h. Quantität = Capacität × Spannung) die Quantität aus dem Microfarad bestimmt, so braucht man zur Erzeugung der Minimalzuckung bei 56 Volt 0,392 Microcoulomb, d. h. eine um so grössere Quantität bei geringerer Spannung und umgekehrt.

Indessen zeigte es sich, dass zu gleichem Zweck die Spannung nicht unter circa 7 Volt heruntergehen durfte, fernerhin,

dass die Capacität des Condensators nicht unter 0,004 Microfarad betragen durfte,

dass die wirksame Quantität, auf welche der Muskel bezw. Nerv reagirt, zwischen 0,280 bis 0,560 Microcoulomb schwankt (unter „wirksamer Quantität" versteht D. bei den eigenartigen Curven, welche Condensator-Entladungen zeigen, den die Zuckung eigentlich hervorbringenden, wirksamen Theil der Ladung im Gegensatz zu einem noch hinterherfliessenden, nicht mehr zur Geltung kommenden, unwesentlichen und unwirksamen Quantum — diese wirksame Quantität gilt ihm nach seiner sorgsamen Berechnung als die Constante, welche jede Stromesart besitzen muss, um jene physiologische Wirkung hervorzubringen),

dass die Dauer der Entladung bei 70 Volt 70, bei 9,8 Volt 261 Milliontel Sekunden beträgt. Beide Entladungen geben die gleiche minimale Muskelzuckung.

Bei Muskeln im Zustand der EaR ist eine circa 1000mal grössere Quantität nöthig, um die Minimalzuckung hervorzubringen.

Solche Muskeln brauchen auch eine Entladungsdauer von circa $^1/_{1000}$ bis $^5/_{100}$ Sekunden.

Ein Condensator von der Capacität 1 Microfarad giebt die minimale Zuckung bei der gleichen Elementenzahl (bei der *gleichen Spannung*) wie der galvanische Strom.

Deshalb dürfte sich nach dem Vorschlag des leider zu früh verstorbenen Boudet de Paris empfehlen, in der Elektrotherapie einen Condensator mit der Capacität 1 Microfarad zu verwenden.

Individuelle Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten des faradischen, galvanischen, Franklin'schen Stromes und der Condensator-Entladungen.

Alle diese Stromesarten sind geeignet, Muskeln direct oder indirect in Zuckungen zu versetzen. Jedoch knüpft sich diese Eigenschaft an ganz bestimmte Bedingungen.

Der galvanische Strom muss unter einem gewissen Druck fliessen, muss eine gewisse Spannung, eine bestimmte Anzahl Volt haben. Das Gleiche gilt für den Condensator. Die untere Grenze der erforderlichen Spannung liegt zwischen 5 und 7 Volt (Dubois).

Andrerseits muss die Stromstärke mit einer gewissen Geschwindigkeit bis zu ihrer Höhe ansteigen. Der N. medianus am Unterarm löst bei seiner Reizung eine Contraction des opponens schon bei 0,5 MA aus, wenn der Strom schnell geschlossen wird. Schleicht man dagegen den Strom mittels des Rheostaten ein, sodass langsam und allmählich die Höhe der Stromstärke erreicht wird, so wird die Zuckung ausbleiben, sogar wenn man die Stromstärke bis 20 MA steigert. Aehnlich wird das Verhalten bei Widerständen im Stromkreis, die im Verhältniss zur Stromstärke enorm gross sind.

Wie hoch bei einer Spannung von etwa 7 bis 60 Volt die Stromstärke sein muss, um Zuckungen auszulösen, das geht aus den Stintzing'schen Erregbarkeitsskalen hervor (vgl. S. 169).

Ueber die zur Auslösung von Zuckungen nöthigen Condensator-Entladungen, über deren Spannung, Quantität u. s. w. geben die Auseinandersetzungen auf S. 174 ff. Auskunft.

Man unterschätze nicht die praktische Wichtigkeit dieser Verhältnisse; dieselbe wird bei Betrachtung des faradischen Stromes noch mehr in die Augen fallen.

Schon der geniale Duchenne hatte erkannt, dass die physiologische Wirkung ganz verschieden ausfällt, je nachdem

man die secundäre Rolle mit einem sehr langen und dünnen oder mit einem verhältnissmässig kurzen und dicken Draht ausstattet; dem letzteren Falle ist die primäre Rolle annähernd gleichwerthig.

Duchenne sagt darüber in seiner Electrisation localisée 3. Aufl. Paris-Baillière 1872 auf S. 26 wörtlich übersetzt folgendes:

1) Der Strom der primären Rolle erreicht lebhafter die Sensibilität gewisser unter der Haut gelegener Organe, der Nerven, der Muskeln, des rectum, des Hodens, der Epididymis, des Samenstranges,

2) der Strom der secundären Rolle wirkt mächtiger auf die Sensibilität der Haut, auf die Sensibilität der retina und dringt tiefer in die Gewebe ein.

Während Duchenne keine Erklärung fand für seine Beobachtungen, machte man sich später daran mit vielen Theorien. Dies wäre ein Ausgangspunkt für eine physiologische Forschung gewesen, die sich auch für die Praxis nutzbringend erwiesen hätte. Aber dazu bedurfte es einer Forschung am Menschen, nicht an Kaninchen und Hunden.

Dubois in Bern, unterstützt von reichen physikalischen und mathematischen Kenntnissen, ist dieser Frage in einer ausgezeichneten Arbeit: Recherches sur l'action physiologique des courants et décharges electriques (Archives des Sciences physiques et naturelles Novbr. 1890 p. 467) näher getreten und lehrt uns darüber folgendes:

D. gebrauchte zu seinen Versuchen zwei secundäre Rollen: A mit dünnem Draht von 0,2 mm Durchmesser und 10 050 Wickelungen, B mit dickem Draht von 0,7 mm Durchmesser und 2218 Wickelungen. A hat 1030, B 18 Ohm Widerstand.

Mit A giebt der Apparat an den Vorderarmmuskeln sehr erträgliche Zuckungen, während mit B die Zuckung stark, schmerzhaft, unerträglich ist. Und doch berechnet D., dass im Falle I eine sehr grosse Spannung (proportional der Zahl der Draht-Wickelungen) und eine Quantität von 1400 Microcoulombs verbraucht worden ist, im Falle II eine geringe Spannung bei einer Quantität von nur 80 Microcoulombs; also: Rolle mit dünnem Draht: Hohe Spannung (10 050

Wickelungen), grosse Quantität (1400 Microcoulombs), geringe physiologische Leistung. Rolle mit dickem Draht: Niedrige Spannung (2218 Wickelungen), kleine Quantität (80 Microcoulombs), kolossale physiologische Leistung.

[Hierbei ist mit einem sehr grossen Widerstand (des menschlichen Körpers) gerechnet worden. Andere Versuche haben ergeben, dass beide Rollen eine gleiche Quantität haben, wenn der äussere Widerstand auf 260 Ohm sinkt. Unter dieser Zahl hat die Rolle mit dickem Draht mehr Quantität; darüber ist die Rolle mit dünnem Draht bezüglich der Quantität im Vortheil; letzteres trifft auf die Anwendung des Stromes am menschlichen Körper zu.]

Also: weder die Spannung noch die Quantität sichert der Rolle mit dickem Draht die physiologische Ueberlegenheit. Worin liegt die Ursache?

Ein durch seine Einfachheit überraschendes Experiment giebt darüber Aufklärung.

Die Versuchsanordnung ist so getroffen, dass ein Pol eines gewöhnlichen Inductionsapparates in Gestalt einer Untersuchungselektrode von 3 cm^2 dem N. medianus am Handgelenk aufsitzt. Die Leitung des andern Poles verzweigt sich, bevor sie in der indifferenten gut durchfeuchteten Elektrode endigt: der eine Zweig geht durch einen Rheostaten mit doppelt gewickeltem Draht, der einen Widerstand hat von 1030 Ohm, der andere Zweig durch ein Solenoid, eine Rolle mit einfach gewickeltem Draht z. B. eine gewöhnliche secundäre Rolle, von gleichfalls 1030 Ohm Widerstand. Ein Schlüssel dient dazu, bald den Rheostaten, bald das Solenoid einzuschalten.

Es zeigt sich bei Stromschluss die Minimalzuckung gerade dann, wenn das Solenoid von 1030 Ohm W. eingeschaltet ist. Wird dagegen der Rheostat mit 1030 Ohm W. eingeschaltet, so bekommt man einen ausserordentlich heftigen Schlag, sodass man meinen sollte, der Apparat wäre auf seine Minimalleistung eingestellt. Und will man bei der Durchleitung des Stromes durch den Rheostaten die *Intensität* des Stromes so beschränken, dass nur eine *Minimalzuckung* eintritt, so muss man den Widerstand des

Rheostaten auf 15 700 Ohm, also etwa auf das 15fache erhöhen.

Wird bei einer andern Versuchsanordnung als Solenoid eine Rolle mit dickem Draht und 2218 Wickelungen bei 18 Ohm W eingeschaltet, so schwächt dieselbe den Strom ebenso ab wie ein Rheostat mit doppeltgewickeltem Draht von 810 Ohm, d. h. einem 45mal so grossen Widerstand.

Auf praktische Verhältnisse übertragen bedeutet das Resultat etwa soviel, dass der enorme innere W der Rolle mit dünnem Draht den Widerstand der Haut zu vernachlässigen gestattet, und dass wir deshalb die secundäre Rolle mit dünnem Draht z. B. dann anzuwenden haben, wenn die Hautwiderstände möglichst ausgeschaltet werden sollen, also vorzugsweise in der Elektrodiagnostik.

Andrerseits müssen wir bei Verwendung der Rolle mit dickem Draht, die zur Hervorrufung von Muskelcontractionen besonders geeignet sein dürfte, darauf achten, dass der Widerstand der Haut durch gute Durchfeuchtung der Elektroden und starkes Andrücken derselben möglichst herabgesetzt wird, damit zu dem kleinen W der Rolle nicht noch ein viel grösserer des Körpers hinzugefügt wird.

Indessen — der Unterschied der physiologischen Leistung beider Rollen findet damit noch keine Erklärung. Dubois glaubt dieselbe in der Selbstinduction gefunden zu haben.

Sobald in einem geschlossenen Leiter, z. B. einer secundären Rolle, ein Strom inducirt wird, so entsteht in demselben Moment ein Strom entgegengesetzter Richtung. Diesen Vorgang nennt man Selbstinduction.

Die Wirkung der Selbstinduction kann als ein „scheinbarer Widerstand", welcher sich zu dem „wirklichen Widerstand" der Rolle addirt, aufgefasst werden. Dann ergiebt die Berechnung, dass bei einem mittlern Körperwiderstand von 2000 Ohm der Strom der Rolle mit dünnem Draht ganz unverhältnissmässig mehr von der Selbstinduction geschädigt wird als der Strom der Rolle mit dickem Draht, und zwar geschädigt nicht sowohl bezüglich der Quantität, sondern bezüglich der Maximal-Stromstärke. Der steile Aufstieg des anwachsenden Stromes macht einer allmählichen Erhebung Platz, das plötzliche Absinken einem allmählichen Abfall,

während in Folge der längern Dauer der letztern Einwirkung eine merkliche Abnahme der Quantität kaum stattgefunden hat. Jedoch lässt sich berechnen, dass durch den Vorgang der Selbstinduction der Strom der Rolle mit dünnem Draht 88 % von seiner ursprünglichen Intensität verloren hat, der der Rolle mit dickem Draht nur 22 %.

Die näheren Verhältnisse sowie die Einzelheiten der Berechnung u. s. w. muss man im Original nachsehen. Es wäre zu wünschen, wenn in dem Sinne dieser Untersuchungen emsig weitergearbeitet würde.

Zur Reizung der sensiblen Hautnerven erweisen sich also bei grossem Hautwiderstand (bei trockner Haut) die hochgespannten Ströme der Rolle mit dünnem Draht am geeignetsten. Daraus sollte man den Schluss ziehen, dass die höchstgespannten Ströme, welche wir in der Elektrotherapie verwenden, die Franklin'schen Ströme, noch mehr diesem Bedürfniss entsprechen. Und in der That giebt es keine bessere Behandlungsweise von Haut-Anästhesien als die mit Franklin'schen Funken.

Es dürfte interessiren, die Höhe der Spannung der faradischen und Franklin'schen Ströme zu erfahren, welche sich aus der Funkenlänge ungefähr berechnen und in Volts angeben lässt.

Einer Funkenlänge von	entspricht eine Spannung von
0,18 mm	1000 Volts.
0,7 „	2000 „
5,0 „	5000 „
12,2 „	9000 „
15,6 „	12000 „
16,5 „	13000 „
17,1 „	14000 „
18,8 „	15000 „

(Dubois).

Damit dürfte die Spannung der zu ärztlichen Zwecken gebrauchten Influenzmaschinen die Zahl von 15 000 Volt erheblich übersteigen, wenigstens liefert meine Maschine 3 bis 4 cm lange Funken.

Und doch wird diese hohe Spannung vom menschlichen Körper sehr gut vertragen, während wir andrerseits bei der Verbreitung des elektrischen Lichtes in den letzten Jahren die traurige Erfahrung haben machen müssen, dass Ströme von 5000 Volt und weniger im Stande sind einen Menschen zu tödten.

Der Grund liegt darin, dass die Funken einer Influenzmaschine nur von ausserordentlich kurzer Dauer sind und somit die in den Körper dringende Quantität von Elektricität unendlich klein wird.

Pathologische Reactionen.

Pathologische Reactionen der Nerven und Muskeln.

Die in pathologischen Fällen vorkommende Veränderung der elektrischen Reaction des peripheren motorischen Apparates bezieht sich entweder nur auf die Grösse, Intensität der Zuckung, oder es ist ausserdem der charakteristische Ablauf der Zuckungen nicht mehr zu erkennen. Im ersteren Falle spricht man von rein quantitativen, im letzteren Falle von quantitativ-qualitativen Veränderungen der Erregbarkeit.

Die quantitativen Veränderungen bestehen in Steigerung oder Herabsetzung der Erregbarkeit. Mit Hilfe der Stintzing'schen Tabellen und eines absoluten Galvanometers kann man auch selbst kleine Veränderungen nachweisen. Dieser exacten Methode gegenüber dürften andere frühere, bei denen die Abschätzung die grösste Rolle spielte, keinen Anspruch auf Giltigkeit mehr haben.

Abgesehen von den einfachen Steigerungen der Erregbarkeit im Beginn rheumatischer Lähmungen wurde eine absolut sichere Erregbarkeitserhöhung von Erb bei der Tetanie nachgewiesen und unter Angabe absoluter Stromwerthe von Weiss bestätigt, späterhin mit Gärtner'schem Pendelschlüssel und Galvanometer noch von v. Frankl-Hochwart in *Wien (Deutsches* Arch. f. klin. Med. Bd. 43).

Von Stintzing (l. c.) wurde eine Steigerung der galvanischen directen und indirecten Erregbarkeit in bestimmten Nervengebieten bei Myelitis (acute und subacute) gefunden, desgleichen in einem zwei Jahre bestehenden Fall von Tabes.

Besonderes Interesse gewährt die Steigerung der galvanischen und zum Theil auch der faradischen Erregbarkeit in gewissen Nervenbezirken (im rechten accessorius, in beiden deltoides, in sämmtlichen Nerven der rechten Oberextremität und in beiden crurales), bei einer spinalen progressiven Muskelatrophie, und zwar in Gebieten, welche functionell und trophisch noch normal erschienen.

Ohne Zweifel müssen wir in diesem elektrischen Verhalten das erste Zeichen einer beginnenden Destruction, ein omen malum, erblicken, und es erhellt daraus der grosse prognostische Werth der Elektrodiagnostik.

Die einfache Herabsetzung der elektrischen Erregbarkeit (späteres Eintreten der Minimalzuckung, Verminderung des Contractionsmaximums) gehört zu den häufigsten Vorkommnissen in der Pathologie des motorischen Apparates. Die Stromstärken, welche erforderlich sind, um die bekannten Reactionen hervorzurufen, übersteigen mehr oder weniger die Stintzing'schen oberen Grenzwerthe, bis schliesslich auch bei der äussersten Steigerung der Stromstärke keine Reaction mehr erzielt wird. Alle zwischen den Extremen liegenden Grade können vorkommen. Nervenerregbarkeit und Muskelerregbarkeit gehen meistens einander parallel, doch kommen auch Abweichungen vor. Faradische und galvanische Erregbarkeit verlaufen ebenfalls parallel, doch sind auch hier zahlreiche Ausnahmen zu verzeichnen.

Die gewöhnlichsten Fälle, in welchen man die Erregbarkeit von Nerven und Muskeln herabgesetzt findet, sind diejenigen, bei welchen die Muskeln durch längere Inactivität trophische und functionelle Störungen erlitten haben, z. B. infolge von Knochenbrüchen, Gelenkleiden, langdauernden Schmerzen, lange Zeit hindurch getragenen Verbänden, bei intramusculären Tumoren u. s. w. In den beiden letzteren *Fällen kommt* noch das Moment der chronischen Compression der Muskeln hinzu, welches manchmal allein zu

genügen scheint, um mit einer Atrophie auch eine Verminderung der elektrischen Erregbarkeit herbeizuführen.

Besonders die Muskelerregbarkeit findet sich bei Dystrophia muscularis progressiva, bekanntlich der myopathischen Form der progressiven Muskelatrophie, herabgesetzt (Erb, Remak u. s. w.).

In einem solchen Falle fand ich neben der faradischen und galvanischen Herabsetzung der Erregbarkeit eine Aufhebung der Reaction gegen den Franklin'schen Funken, sodass der letztere in diesem Falle als ein noch feineres Reagens auf die in den Muskeln sich vollziehende Destruction zu betrachten ist als die beiden anderen Stromesarten (Sperling, Neurol. Centr.-Bl. 1889. Nr. 3).

Bernhardt (Neurol. Centr.-Bl. 1891 S. 731) beobachtete bei dieser Erkrankung normale, herabgesetzte oder ganz aufgehobene Franklin'sche Erregbarkeit, — ganz parallel dem Verhalten bei faradischer und galvanischer Reizung.

Herabsetzung der Erregbarkeit sieht man ferner bei chronischen Rückenmarkskrankheiten, wie Tabes, Myelitis u. s. w., sowie bei bulbären Paralysen und sehr alten Hemiplegien. Auch hierbei scheint die durch Inactivität verursachte Functionsstörung daran Schuld zu sein.

Im übrigen ist die Verminderung der Erregbarkeit sehr häufig nur eine Theilerscheinung der EaR. Nur in solchen Fällen darf von jener gesprochen werden, wenn nur quantitative Erregbarkeitsveränderungen in Nerven und Muskeln vorliegen.

Die Entartungsreaction (EaR).

Der Name „Entartungsreaction", der Kürze halber gewöhnlich EaR geschrieben, stammt von Erb. Ihm verdanken wir die genaueren Feststellungen dieser Erscheinung, den Hinweis auf das differente Verhalten von Nerven und Muskeln, die Kenntnisse über den Zusammenhang dieser Reaction mit dem ihr zu Grunde liegenden pathologisch-anatomischen Process.

Die ersten Beobachtungen von Erscheinungen, die in das Gebiet der EaR fallen, sind, wie Erb erwähnt, bereits

zu Ende vorigen Jahrhunderts von Hallè gemacht worden. Auch Duchenne und R. Remak haben schon die verschiedene Wirkung des faradischen und galvanischen Stromes bei gelähmten Muskeln bemerkt, bis Baierlacher im Jahre 1869 durch eine diesbezügliche Mittheilung die allgemeine Aufmerksamkeit auf diese Thatsache lenkte.

Nach Erb haben sich eine grosse Zahl von Forschern mit dieser Frage beschäftigt, unter denen besonders hervorgehoben werden sollen: v. Ziemssen und Weiss, Schulz in Wien, Mor. Meyer, Brenner, Eulenburg, Stintzing und Graeber, Gärtner in Wien, E. Remak u. A.

Man versteht unter Entartungsreaction einen Complex von elektrischen Reactionserscheinungen mit bestimmten charakteristischen Merkmalen.

Freilich sind die letzteren nicht immer vollzählig anzutreffen; zuweilen ist die Ausdehnung einer Reaction, die Nerven und Muskeln gemein sein sollte, auf eines von beiden beschränkt; in anderen Fällen sieht man eine bestimmte Reaction, die nur dem galvanischen Strom eigenthümlich sein sollte, auch bei der Untersuchung mit dem faradischen Strom auftreten — kurz, ein jeder Fall hat seine Eigenthümlichkeiten; die EaR bietet kein constantes Bild; die EaR zeigt sich in verschiedenen Formen, welche als Abarten oder Varietäten **eines Typus** zu betrachten sind.

Dieser Typus wird dargestellt durch die **complete EaR**, wie sie von Erb zuerst beschrieben worden ist.

Die charakteristischen Merkmale der completen EaR sind folgende:

1) An den Nerven ist die faradische und galvanische Erregbarkeit aufgehoben.
2) An den Mnskeln ist die faradische Erregbarkeit ebenfalls aufgehoben, während die **galvanische Erregbarkeit im Gegentheil sogar gesteigert ist.**
3) Mit der Steigerung der galvanischen Erregbarkeit der Muskeln geht eine qualitative Veränderung der Zuckung parallel: **die**

Zuckung ist träge, wurmförmig, local beschränkt.

4) Das Zuckungsgesetz erleidet bei der galvanischen Reaction der Muskeln insofern eine Veränderung, als die ASZ früher als die KSZ auftritt und bei gleicher Stromstärke grösser als die KSZ erscheint.

(Es ist noch nicht genau genug erforscht, wie sich der Franklin'sche Strom bei der EaR verhält. Bernhardt hat in Fällen peripherer Lähmung mit erloschener faradischer und gesteigerter galvanischer Erregbarkeit weder bei Funken-Entladung noch bei Dunkler Entladung Zuckung eintreten sehen. Es scheint auch eine Franklin'sche Zuckungsträgheit, eine Franklin'sche EaR vorzukommen.)

Die complete EaR kommt vorzugsweise bei traumatischen Lähmungen vor, an welchen sie auch von Erb besonders studirt ist. Dies ist nicht so zu verstehen, als ob die complete EaR mit ihren vier genannten Merkmalen sofort nach Eintritt der Lähmung nachzuweisen wäre — nein, entsprechend den sich allmählich in Nerv und Muskel vollziehenden Processen degenerativer Natur, die allmählich ansteigen, ihren Höhepunkt erreichen und sich dann wieder zurückbilden, wird auch die Reaction der Nerven und Muskeln gegen den elektrischen Strom von Tag zu Tag mehr pathologisch; leichtere Veränderungen der Reaction werden von immer schwereren gefolgt, bis schliesslich eines Tages das Bild des completen EaR in vollster Reinheit sich darstellt; es erhält sich dasselbe mehr oder weniger lange Zeit, um dann allmählich zu verblassen und dem normalen Zustand Platz zu machen.

Bei den elektrischen Reactionen lassen sich im Verlauf einer traumatischen Lähmung (nach Erb) zeitlich die folgenden Phasen unterscheiden, welchen in der Tabelle die jeweiligen pathologisch-anatomischen Zustände der Nerven und Muskeln gegenübergestellt sind.

Pathologische Veränderungen des gelähmten Nerven.	**Elektrische Reaction des gelähmten Nerven.**
Der Degeneration der *Läsionsstelle folgt* unmit-	Gleichmässig fortschreitendes Sinken der faradi-

telbar die Degeneration des peripheren Nervenabschnittes: (2—4 Tage nach Einwirkung des Trauma) Zerfall der Markscheide, Zerfall und Auflösung des Achsencylinders.

schen und galvanischen Erregbarkeit (vom 2.—3. Tage ab nach Einwirkung des Trauma).

Vollendete Degeneration des Nerven: Markscheide vollkommen zerfallen, desgl. Achsencylinder. Degeneration der motorischen Endplatte. Entzündliche Kernwucherungen in der Schwann-schen Scheide.

EaR.

Völlige Unerregbarkeit des Nerven (im Verlauf der zweiten Woche der Krankheit).

Nunmehr *entweder:*

Beginn der Regeneration zugleich am Orte der Läsion und in den peripheren Nervenabschnitten, vielleicht zuerst in der motorischen Endplatte.

Allmählich auftretende Spuren der wiederkehrenden Erregbarkeit (6. bis 30. Woche).

Vollendung der Degeneration, *restitutio ad integrum.*

Lange Zeit noch Herabsetzung der elektrischen Reaction.

oder:

Umbildung der sehr stark auftretenden entzündlichen Kernwucherung in der Schwann'schen Scheide und im Perineurium in Bindegewebe, welches die ganze Nervensubstanz verschlingt: Bindegewebige Degeneration, Cirrhose des Nerven (unheilbarer Fall).

Bleibende völlige Unerregbarkeit des Nerven.

Pathologische Veränderungen des gelähmten Muskels.

Elektrische Reaktion des gelähmten Muskels.

gegen den faradischen Strom (übereinstimmend mit der Reaction des Nerven gegen beide Stromesarten).

gegen den galvanischen Strom.

Beginnende Atrophie des Muskels: Verschmälerung der Muskelfasern, Verlust der Querstreifung, Vermehrung der Muskelkerne.	Gleichmässig fortschreitendes Sinken der Erregbarkeit. (vom 2. bis 3. Tage ab nach dem Trauma)	(*nur* im Laufe der ersten Woche).
	faradisch EaR.	galvanisch
		Steigerung der galvanischen Erregbarkeit, träge Zuckung ASZ > KSZ.
Zunehmende Atrophie. Histologisch-chemische Veränderungen der Muskelsubstanz (wachsartige Degeneration). Kernvermehrung und Bindegewebsneubildung in der Umgebung und innerhalb des Muskels, mit Ausgang	Aufhebung d. faradischen Erregbarkeit (im Laufe der 2. Woche)	(Beginn im Laufe der 2 Woche, höchste Steigerung in der 4. bis 5. Woche).
entweder:		
in Regeneration, *restitutio ad integrum.*	Allmählich Spuren von wiedereintretender Erregbarkeit.	Allmählicher Abfall der galvanischen Erregbarkeit bis zur Herabsetzung unter die Norm.
	Lange Zeit noch Erregbarkeit herabgesetzt.	
oder:		
in bindegewebige Degeneration des Muskels (unheilbarer Fall).	Fortdauern des Erloschensein der faradischen Erregbarkeit.	Immer weiterer Abfall der galvanischen Erregbarkeit bis zu dauernder Aufhebung.

Sehr eigenthümlich ist die Steigerung der Erregbarkeit der *Muskeln gegen* den galvanischen Strom, während zu

gleicher Zeit ihre Erregbarkeit gegen den faradischen Strom aufgehoben ist. Welcher pathologisch-anatomische Process daran recht eigentlich schuld ist, ist bisher noch nicht aufgeklärt worden. Von Seiten des faradischen Stromes dagegen sind es wohl unzweifelhaft die kurzdauernden, momentanen Ströme, welche keine Zuckungen zu Stande kommen lassen, was, wie Neumann nachgewiesen, daraus hervorgeht, dass auch galvanische Ströme von sehr kurzer Dauer in solchen Fällen ebenfalls keine Reaction auslösen. (Vgl. S. 174 ff.)

Fernerhin ist es interessant, zu wissen, dass die elektrische Reaction nicht ganz mit der Wiederherstellung der Function parallel läuft. Der Nerv ist zu einer gewissen Zeit der Regeneration bereits im Stande, den Willensreiz zu leiten, wenn er für den elektrischen Reiz noch nicht aufnahmefähig ist. Einer jetzt gangbaren Hypothese zu Folge ist die Anspruchsfähigkeit des Nerven auf den elektrischen Reiz abhängig von der Unversehrtheit seiner Markscheide, während der centrale Reiz vorzugsweise durch den Achsencylinder geleitet wird.

Auffallend ist es auch, dass eine Herabsetzung der Erregbarkeit von Nerv und Muskel gegen beide Stromesarten die Wiederherstellung der Function noch lange überdauert. Erklärt wird dieselbe durch die Annahme, dass zu dieser Zeit immerhin noch Elemente übrig geblieben sind, welche sich von ihrer Atrophie noch nicht ganz erholt haben und daher auch hinter der normalen elektrischen Reaction zurückbleiben.

Varietäten der Entartungsreaction.

Es ist schon vorhin erwähnt worden, dass die complete EaR nur in einem zeitlich begrenzten Stadium einer traumatischen Lähmung nachzuweisen ist. Die Vorstadien der EaR zeigen ebenso wie ihre Nachstadien gewisse Variationen, meist in dem Sinne, dass die Nervenerregbarkeit nicht vollkommen erloschen ist.

Auch die Muskelerregbarkeit gegen den faradischen Strom braucht nur vermindert zu sein. Nicht allein bei directer, sondern auch bei indirecter Reizung können die Muskeln

mit der trägen Zuckung antworten, und schliesslich kann diese träge Zuckung ebensowohl durch den faradischen, als durch den galvanischen Strom ausgelöst werden.

Man sieht, dass auf diese Weise eine Reihe von Varietäten der completen EaR zu Stande kommt, welchen von den genannten vier Merkmalen nur eines, das Hauptmerkmal, gemeinsam ist, nämlich die träge Zuckung.

Die träge Zuckung ist das unbedingt constante Kriterium der EaR, freilich mit der Erweiterung: entweder für den constanten oder den Inductionsstrom (Stintzing).

Es ist schwer, ja unmöglich, für die einzelnen Reactionserscheinungen befriedigende Aufklärungen über die pathologisch-anatomische Grundlage zu geben; an Hypothesen hat es in dieser Beziehung nicht gefehlt. Nur eine individualisirende Beurtheilung des Einzelfalles, die auch auf Krankheitsursache, Verlauf, Stadium und Ausdehnung der Krankheit Rücksicht nimmt, wird die den Reactionserscheinungen zu Grunde liegenden pathologisch-anatomischen Processe richtig zu erkennen und abzuschätzen wissen.

Jedenfalls erscheint es zweckmässig, die Varietäten der EaR nach Graden zu ordnen, wie es Stintzing gethan hat, dabei höchste, hohe, mittlere und niedrige Grade zu unterscheiden, und einen jeden Fall von EaR, richtiger jedes Stadium von EaR, einem dieser Grade einzureihen.

Die von Stintzing aufgestellte Tabelle mag hier ihre Stelle finden:

Erklärung der Abkürzungen und Zeichen.

f.	bedeutet	faradisch.
g.	"	galvanisch.
0	"	unerregbar.
pr.	"	prompte Zuckung.
tr.	"	träge Zuckung.
=	"	quantitativ normale Erregbarkeit.
↑	"	Steigerung der Erregbarkeit.
↓	"	Herabsetzung der Erregbarkeit.
⇣ ⇊	"	" höheren und höchsten Grades.
↕	"	bald Steigerung, bald Herabsetzung.

Tabellarische Uebersicht der Varietäten der Entartungsreaction nach Gruppen und Abstufungen.

(Stintzing, Deutsch. Archiv. 1887, Nr. 41.)

Nr.	Formen		Casuistische Belege und Uebergänge	Vorkommen
	Nerv	Muskel		
	Erste Gruppe (höchste Grade). EaR mit totaler Unerregbarkeit des Nerven (complete EaR).			
1.	f. 0 g. 0	f. 0 g. tr. ↕	Typus der completen EaR. Bei progr. Processen: Herleitung aus Form 6; bei regr. Processen: Uebergang in Form 2, 3, 11 und zur Norm nachgewiesen.	Peripher. Lähmung. Poliomyelitis chron. Progr. Bulbärkernlähmung.
2.	f. 0 g. 0	f. tr. ↓ g. tr. ↓ =	3 eigene Beobachtungen. Regr. Process: Herleitung aus 1, Uebergang in 9 und zur Norm nachgewiesen.	
3.	f. 0 g. 0	f. pr. +↓ = g. tr. ↓	2 eigene Beobachtungen. Regr. Process: Herleitung aus 1. Kann wahrscheinlich lange Zeit persistiren.	Peripher. Lähmung.
	Zweite Gruppe (hohe Grade). EaR mit partieller Erregbarkeit vom Nerven aus.			
4.	f. tr. ↓ g. 0	f. 0 g. tr. ↓	3 eigene Beobachtungen. Progr. Process: Herleitung aus 7 u. 9. Regr. Process: Herleitung aus 1, Uebergang in 11 und in einfache Herabsetzungen.	Peripher. Lähmung.
5.	f. tr. g. 0	f. tr. = g. tr. ↑	v. Ziemssen, 1 eigene Beobachtung. Regr. Process: Uebergang in 8 und 11.	Peripher. Lähmung.
6.	f. pr. +↓ g. 0	f. tr. +↓ g. tr. ↓	Eigene Beobachtung. Progr. Process: Uebergang in 1 und 2. Regr. Process: Uebergang in 9 nachgew.	Peripher. Lähmung.

Nr.	Formen		Casuistische Belege und Uebergänge	Vorkommen
	Nerv	Muskel		

Dritte Gruppe (mittlere Grade). EaR mit erhaltener Erregbarkeit, aber faradischer Zuckungsträgheit vom Nerven aus.

a) Zugleich mit galvanischer Zuckungsträgkeit vom Nerven aus.

Nr.	Nerv	Muskel	Casuistische Belege und Uebergänge	Vorkommen
7.	f. tr. +↓ g. tr. ‡↓	f. 0 g. tr. ↓	Eigene Beobachtung. Progr. Process: Uebergang in 4 nachgewiesen.	Peripher. Lähmung.
8.	f. tr. = g. tr. =	f. tr. ↕ g. tr. ↓	E. Remak, Vierordt, Erb, 2 eigene Beobachtungen. Progr. Process: Herleitung aus 13. Regr. Process: Herleitung aus 5, Uebergang in 11 und 12.	Peripher. Lähmung. Nervendehng. Poliomyelitis chron.

b) Bei prompter galvanischer Zuckung vom Nerven aus.

Nr.	Nerv	Muskel	Casuistische Belege und Uebergänge	Vorkommen
9.	f. tr. +↓ +↓ g. pr. ‡↓ +↓	f. tr. ‡↓ ↓ g. tr. ↓	Kast, 4 eigene Beobachtgn. Progr. Process: Uebergang in 4. Regr. Process: Herleitung aus 1 und 2, Uebergang in 10 nnd 11 und zur Norm.	Peripher. Lähmung. Erkrankung d. vord. Wurzeln. Progr. Bulbärkernlähmung.
10.	f. tr. +↓ g. pr. =	f. tr. ‡↓ g. pr. +↓	Eigene Beobachtung. Regr. Process: Herleitung aus 9, Uebergang zur Norm.	Multiple Neuritis.

Vierte Gruppe (niedrige Grade). EaR mit prompter Zuckung vom Nerven aus (partielle EaR).

Nr.	Nerv	Muskel	Casuistische Belege und Uebergänge	Vorkommen
11.	f. pr. ‡↓ ↓ g. pr. ‡↓ ↓	f. 0 g. tr. +↓ ↕	3 eigene Beobachtungen. Regr. Process: Herleitung aus 1, 4, 5, 8 und 9, Uebergang in einfache Herabsetzung.	Peripher. Lähmung. Diphther. Lähmung.
12.	f. pr. +↓ = g. pr. ↓ =	f. tr. ↓ ↓ g. tr. ↑ =	3 eigene Beobachtungen. Regr. Process: Herleitung aus 8.	Nervendehng. Progr. Bulbärkernlähmung.
13.	f. pr. ↓ *g. pr.* ↓	f. pr. ↓ *g. pr.* ↑	v. Ziemssen, Bernhardt, Erb u. A., eigene Beobachtungen. Regr. Process: Uebergang in 8 und 12.	Peripher. Lähmungen. Nervendehng. Atroph. Spinallähmungen.

Sitz der pathologisch-anatomischen Läsion bei der EaR.

Es ist bereits erwähnt worden, dass es degenerative und atrophische Processe sind, welche zur EaR führen; mehr oder weniger oft sind dieselben mit entzündlichen Vorgängen vereinigt.

Der Sitz derselben muss in den Nerven sein; freilich bedarf der Begriff „Nerven" noch einer nähern Erklärung.

Nach der heutigen wohl allgemein anerkannten Annahme verdanken die Endorgane der motorischen Nerven, die Muskeln, ihre Ernährung und Functionsfähigkeit der Wirksamkeit der sogen. trophischen Nerven, welche in den grossen Ganglienzellen der Vordersäulen der grauen Substanz des Rückenmarks ihren Ursprung, ihr Centrum haben. Dieselben verlassen das Rückenmark mit den vordern Wurzeln, um mit den motorischen Nerven bis in die Muskeln hinein weiterzuziehen. Ob die trophischen Einflüsse auf den motorischen Bahnen selber oder getrennt von jenen in besonderen Bahnen geleitet werden, darüber ist man sich weniger klar. Jedenfalls ist es sichergestellt, dass eine Verletzung oder Erkrankung der motorischen Nerven von dem genannten Centrum ab (dieses natürlich mit eingeschlossen) in den vordern Wurzeln, in den peripheren Nerven und in den intramuskulären Nervenendigungen trophische Störungen (Atrophien) mehr oder weniger hohen Grades herbeiführt.

Die EaR steht mit diesen trophischen Vorgängen in der engsten Beziehung. Sobald EaR gefunden wird, handelt es sich um eine Erkrankung der grauen Vorderhörner, oder der motorischen Wurzeln oder der peripheren Nerven, oder der intramuskulären Nerven und Nervenendigungen.

Ohne einen pathologischen Process in den motorischen Nerven, welcher eine der genannten Stellen einnimmt, giebt es keine EaR.

Die grauen Kerne in der Medulla oblongata

sind als Ursprungsorte für die Gehirnnerven den Vorderhörnern des Rückenmarks gleichwerthig.

Neuerdings ist der Werth, den man der EaR ursprünglich beimass, dadurch bedenklich erschüttert worden, dass sie beobachtet worden bei primärem Muskelschwund (Zimmerlin, Fr. Schultze, Eisenlohr, Neurol. Centralbl. 1890), bei Trichinosis, (Nonne, Hoepfner, Eisenlohr, Schmidts Jahrb. 122 S. 133), bei centralen Lähmungen (Eisenlohr Neurol. Centralbl. 1890). Sogar bei hysterischen Lähmungen fand Scheffer (Deutsch. Arch. 1891. S. 223) qualitative Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit.

Jedoch kann man im allgemeinen auch jetzt noch annehmen, dass die EaR nicht vorkommt bei Erkrankungen der Muskulatur, woran nur die rein muskulösen Elemente Antheil nehmen, z. B. bei der Dystrophia muscularis progressiva, bei Rückenmarkserkrankungen, wobei die Vorder- oder Seitenstränge, Hinterhörner der grauen Substanz u. s. w. erkrankt sind, bei Gehirnerkrankungen, bei welchen nicht gerade motorische Kerne getroffen sind.

Vorkommen der EaR.

Nach dem bereits Vorausgeschickten ergiebt es sich von selbst, bei welchen Erkrankungen man das Vorkommen von EaR erwarten muss. Vor allem sind es die peripheren Lähmungen, bei welchen der Nerv durch Quetschung, Durchschneidung, durch entzündliche Processe mit degenerativen Folgen (Neuritis) u. s. w. gelitten hat, erfahrungsgemäss auch bei rheumatischen, infectiösen (Diphtherie) und toxischen (Blei) Lähmungen, bei welchen wohl ähnliche Vorgänge wie bei jenen eine Rolle zu spielen scheinen.

Ferner kommen Erkrankungen der grauen Vordersäulen in Betracht: Poliomyelitis anterior acuta (spinale Kinderlähmung), Poliomyelitis anterior chronica (spinale Form der progressiven Muskelatrophie), amyotrophische Lateralsklerose, chronische progressive Bulbärparalyse, gelegentlich disseminirte *Sklerose*, wenn sich Heerde in den Vordersäulen

finden, Blutungen und Tumoren des Rückenmarks, die die Vordersäulen schädigen, die Myelitis, welche sich auch auf jene erstreckt u. s. w.

Die myotonische elektrische Reaction,

welche zwar nicht der EaR zugehört, aber am zweckmässigten zusammen mit dieser erwähnt wird, findet sich bei der Myotonia congenita, der sogen. Thomsen'schen Krankheit.

Nach der Beschreibung von Erb beobachten wir dabei folgende Erscheinungen:

1) an den Nerven: qualitativ und quantitativ normale Erregbarkeit;
2) an den Muskeln: faradisch schon bei mässiger Stromstärke eine Nachdauer der Contraction bemerkbar; während kurze Schliessungen nur von kurzen Zuckungen gefolgt sind.

   Galvanisch sehr leicht erregbar; sie geben nur Schliessungszuckungen, mit der Kathode sowohl, wie mit der Anode, welche sich auszeichnen durch Zuckungsträgheit und durch lange Nachdauer der Contraction.

Ein merkwürdiges Phänomen tritt nach Erb auch bei stabiler Einwirkung galvanischer Ströme auf: „rhythmische, wellenförmige Contractionen, welche in ganz gesetzmässiger Weise von der Kathode herkommen, bezw. sich zur Anode hinbewegen.“ Man soll zur Beobachtung dieses Phänomens die Elektrode in der Nähe der Insertionsstellen der Muskeln aufsetzen z. B. dieselbe in die Hand nehmen, um die rhythmische Contraction der Beugmuskeln des Vorderarms zu sehen.

Erb misst den genannten Anomalien, die er auch am Gesicht und an der Zunge beobachtet hat, grossen diagnostischen Werth bei. Wahrscheinlich sind sie auf die im Muskel sich vollziehenden pathologischen Veränderungen (Hypertrophie der Muskelfasern, Vermehrung der Sarcolemm*kerne, Querstreif*ung und interstitielles Bindegewebe nicht *erheblich* verändert, Erb) zu beziehen.

Die elektrocutane Sensibilität.

Die Haut reagirt als Organ des Gefühls auf die verschiedenartige Application des elektrischen Stromes durch besondere Empfindungen, welche unter den gleichen Verhältnissen stetig wiederkehren und einer gewissen Gesetzmässigkeit unterliegen.

Die Intensität dieser Empfindungen geht der Stärke des angewandten Stromes parallel; daher ist die letztere als Massstab für jene benutzt worden.

Das Princip, worauf die Prüfung der Hautsensibilität mittels des elektrischen Stromes (elektrocutane Sensibilität) beruht, ist dieses, dass die eine Elektrode des faradischen Stromes einer indifferenten Körperstelle aufgesetzt wird (indifferente Elektrode), während mit der andern nacheinander die interessirenden Körperstellen untersucht werden. Aehnlich wie bei der elektrodiagnostischen Prüfung der Nerven und Muskeln werden bei immer weiterem Aufschieben der secundären Rolle über die primäre diejenigen Rollenabstände (RA) notirt, bei welchen die erste Empfindung des elektrischen Stromes, ein geringes „Singern" oder „Kriebeln", auftritt. Es werden stets symmetrische Hautstellen, deren Empfindlichkeit normalerweise gleich ist, zusammen geprüft, um die für dieselben erhaltenen Rollenabstände unter einander vergleichen zu können. Zweckmässigerweise wird die zu prüfende Haut vorher mit einem feuchten Tuch ein wenig angefeuchtet (Erb).

Als prüfende (differente) Elektrode wurde von Leyden und Munk, deren Untersuchungen aus dem Jahre 1864 stammen, und die von Bernhardt im Jahre 1874 bestätigt und erweitert wurden, ein metallner Zirkel mit abgestumpften Spitzen und isolirendem Holzgriff benutzt, dessen jeder Zirkelarm mit je einem Pol verbunden wurde. Bei feststehenden Zirkelarmen wurde das „Empfindungsminimum des elektrocutanen Allgemeingefühls" für jede Hautstelle festgesetzt und darnach eine Skala von neun Hauptzonen aufgestellt, von denen die oberste am meisten, die unterste am wenigsten elektrocutane Sensibilität zeigte.

Späterhin wurde der Metallzirkel durch einen Draht-

pinsel ersetzt (Drosdoff 1878), der nur mit einem Pol in Verbindung trat, während die indifferente Elektrode zu Hilfe genommen wurde.

Erb führte dann seinen Sensibilitätsprüfer ein (vgl. S. 121), welcher zur Zeit zu praktischen Untersuchungen der elektrocutanen Sensibilität am meisten Anwendung findet. Durch diesen wirken zu gleicher Zeit gegen 400 Stromfäden auf die Haut ein, und zwar in einem Bezirk, der gross genug ist, um die Haut als Organ des Gefühls zu repräsentiren. In dieser Zone werden sicherlich eine grosse Menge der specifischen Gefühlsnerven vom Strome getroffen. Wir wissen, dass die Hautoberfläche ein buntes Mosaik kleinster Zonen bildet, deren jede das Endorgan eines Nervenfädchens bildet und dass jedes Nervenfädchen eine specifische Energie besitzt: dieses für Leitung des Gefühls (Allgemeingefühls), jenes für Leitung des Wärmesinnes, ein drittes für Leitung des Kältesinnes, ein viertes zur Leitung des Schmerzes u. s. w. (Goldscheider). Bei der Methode Leyden-Munk-Bernhardt giebt es keine Garantie, dass die beiden Zirkelspitzen auch wirklich auf Gefühlszonen zu stehen kommen; dieselbe ist daher theoretisch zu verwerfen.

Die elektrische Minimalempfindung tritt normalerweise an symmetrischen Körperstellen bei demselben Individuum fast bei ganz gleichen Rollenabständen auf. Abweichungen von dieser Regel sind meist auf Verschiedenheiten des Leitungswiderstandes zurückzuführen, der aus diesem Grunde in zweifelhaften Fällen einer Prüfung zu unterziehen ist.

Aehnlich wie Stintzing für die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln, so hat Erb eine Tabelle für die elektrocutane Sensibilität aufgestellt, welche die Mittelwerthe derjenigen Rollenabstände angiebt, bei denen an verschiedenen Körperregionen durch den faradischen Strom erste elektrische Empfindung und Schmerzgefühl ausgelöst werden. Die angeführten Zahlen müssen auf die Intensität des eignen Inductionsapparates zurückgeführt werden. Die Angaben gesunder Versuchspersonen in Betreff des *deutlichen* Schmerzgefühls sollen nach Erb und de *Voys keine* erheblichen Differenzen liefern (s. S. 197).

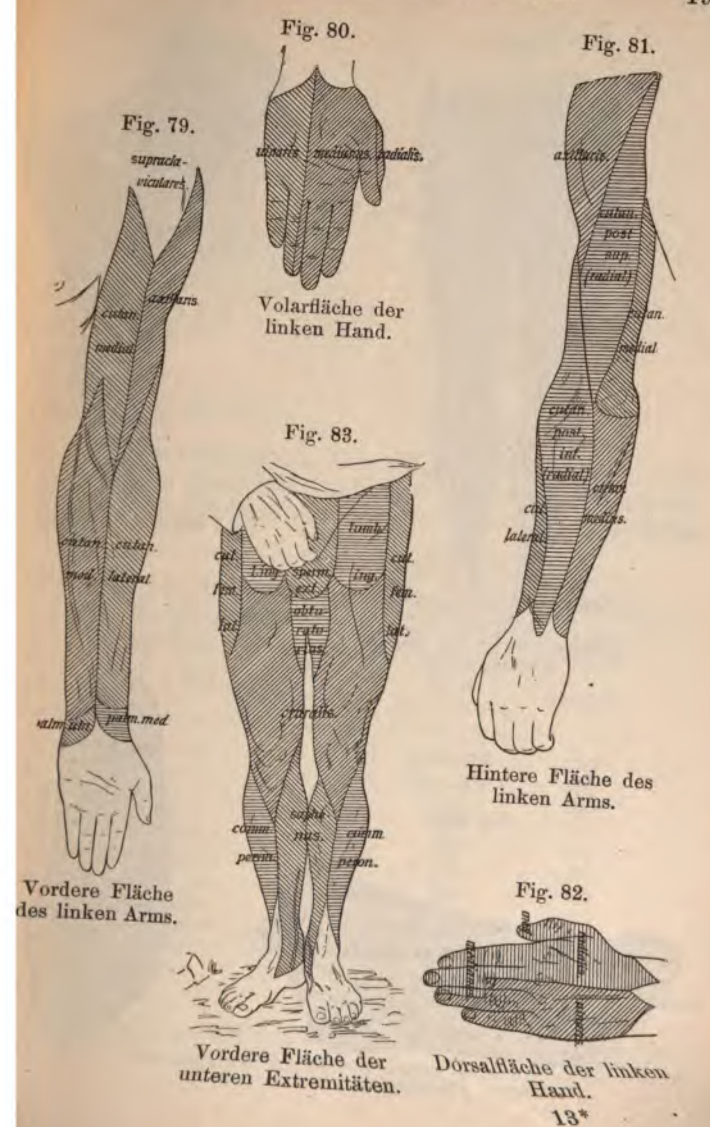


Fig. 79.

Vordere Fläche des linken Arms.

Fig. 80.

Volarfläche der linken Hand.

Fig. 81.

Hintere Fläche des linken Arms.

Fig. 82.

Dorsalfläche der linken Hand.

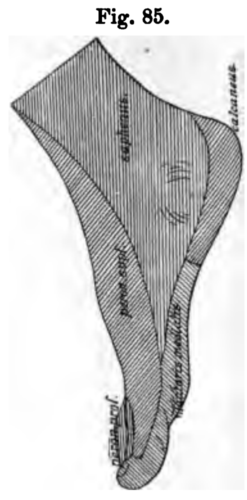
Fig. 83.

Vordere Fläche der unteren Extremitäten.

Fig. 84.

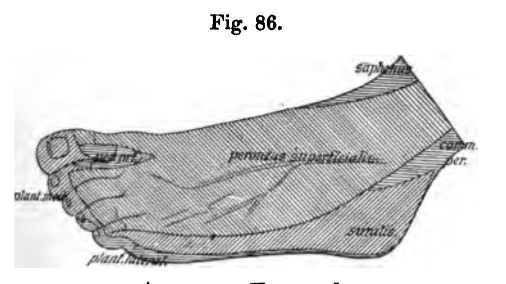
Hintere Fläche der unteren Extremitäten.

Fig. 85.



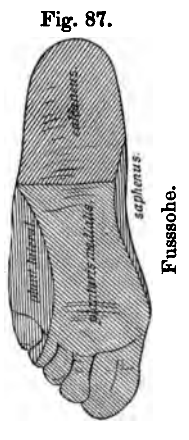
Innerer Fussrand.

Fig. 86.



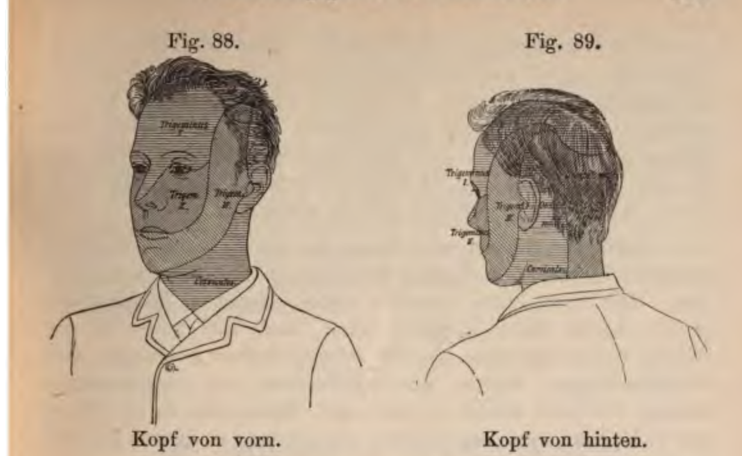
Aeusserer Fussrand.

Fig. 87.



Fussohe.

Fig. 88. Fig. 89.



Kopf von vorn. Kopf von hinten.

Nähere Erläuterung über die Hautnervengebiete findet man in dem genannten Atlas sowie sehr klar und übersichtlich in dem Lehrbuch von Broesicke: Cursus der normalen Anatomie.

Tabelle der Mittelwerthe des Rollenabstandes bei erster Empfindung und Schmerzgefühl, nach Erb.

Reizstellen	Erste Empfindung	Schmerz
Wange	200—220	120
Hals	180—200	120
Oberarm	200	120
Vorderarm	190	115
Handrücken	175	110
Fingerspitzen	125	90
Abdomen	190	120
Oberschenkel	180	115
Unterschenkel	170	110
Fussrücken	175	110
Fusssohle	110	80

Es ist eine wenig zeitraubende Arbeit, die obige Tabelle *für den eigenen* Inductionsapparat abzuändern. Eine

genauere Bestimmung der Reizstellen wäre wünschenswerth. Vielleicht ist es aus mehreren Gründen sogar zweckmässig, die Reizstellen nach dem Verbreitungsgebiet der Hautnerven zu wählen und zu benennen. Um ein solches Verfahren zu erleichtern, sind die Hautnervengebiete, wie sie der Atlas von Prof. Heiberg-Christiania darstellt, hier durch Abbildungen wiedergegeben worden.

Auch der galvanische Strom ist zur Prüfung der Hautsensibilität und der Schmerzempfindung herangezogen worden. Die Idee, dass derselbe seiner absoluten Messbarkeit wegen besser dazu geeignet wäre, lässt sich leider in die Praxis nicht umsetzen, da die schmerzhaften Aetzungen und Verbrennungen, welche die Application von einigermassen starken Strömen mittels metallischer Elektroden auf die Haut mit sich führt, eine ausgedehnte Anwendung zu diesem Zwecke verhindern.

In manchen Fällen kann man mittels feuchter Elektroden (der Erb'schen oder Stintzing'schen Einheitselektrode) das Auftreten der ersten galvanischen Hautempfindung vergleichsweise feststellen. In andern Fällen, z. B. bei Erkrankungen der Wirbel und des Rückenmarks, gelingt es durch Aufsetzen der grossen feuchten Kathode über den vermeintlich kranken Stellen mit einem schwachen oder mittelstarken Strom (bis 5 MA) eine Empfindlichkeit der tiefer liegenden Theile auszulösen oder nachzuweisen, eine Erscheinung, die unter Umständen diagnostisch oder therapeutisch verwandt werden kann.

Unter „elektromusculärer Sensibilität" versteht man seit Duchenne das bei Reizung eines gemischten (oder rein motorischen) Nerven entstehende Gefühl der Zusammenziehung in den von ihm versorgten elektrisch contrahirten Muskeln, ein Gefühl, dessen Ursprung auf sensible Muskelnerven zurückgeführt wird, und welches in dem Kraft- oder Ermüdungsgefühl der Muskeln ein Analogon findet.

Der elektromusculären Sensibilität, welche von der elektrocutanen Sensibilität unabhängig ist, wird von Duchenne in seinem schon oft genannten grossen Werk über die *localisirte Elektricität* diagnostisch und therapeutisch eine grosse

Rolle zugewiesen, während die neueren Autoren diese Erscheinung mehr oder weniger vernachlässigen.

Bei Prüfung derselben muss die Hautsensibilität soviel wie möglich eliminirt werden, um die Beobachtung jener nicht zu stören. Duchenne verwendet deshalb den auf die Hautempfindung weniger wirkenden Strom der primären Rolle.

Natürlich werden zu Beobachtungen über die elektromusculäre Sensibilität solche Fälle am geeignetsten sein, bei welchen durch Krankheitsprocesse die Hautempfindung mehr oder weniger herabgesetzt oder aufgehoben ist, z. B. die hysterischen Anästhesien.

III. Allgemeine Elektrotherapie.

Historisches und Literatur.

Der Gedanke, die Elektricität zum Wohle der leidenden Menschheit zu verwenden, ist unendlich alt.

Bei der Rathlosigkeit, mit welcher man von jeher einer Reihe von Krankheitsfällen gegenüberstand, wäre es ein Wunder gewesen, wenn man nicht auf die Idee gekommen wäre, die sonderbaren Vorgänge bei Reibung des Bernsteins und die Schläge der elektrischen Fische als Linderungsmittel für verschiedene Leiden versuchsweise zu verwerthen.

Die Reibungselektricität war am frühesten bekannt, und die Technik hatte sich zuerst in ihren Dienst gestellt. Nachdem Otto v. Guericke in Magdeburg um's Jahr 1670 die erste Elektrisirmaschine construirt hatte, folgten sehr bald neue Entdeckungen und neue Constructionen (vgl. S. 18), wodurch die Möglichkeit gewonnen war, grössere Mengen von Elektricität zu erzeugen und anzuhäufen.

Jedenfalls sind schon mit jener ersten Elektrisirmaschine schüchterne Versuche zur Anwendung der so gewonnenen Elektricität als Heilmittel gemacht worden. Der Ruhm, durch sorgfältige methodische Prüfung den Werth der Elektricität erkannt und dieselbe in die wissenschaftliche Therapie

eingeführt zu haben, gebührt Jallabert, Professor der Physik in Genf.

Seine „Versuche über die Elektricität in der Arzneiwissenschaft", die im Jahre 1750 in deutscher Uebersetzung in Basel erschienen sind, können als das erste Lehrbuch der Elektrotherapie gelten.

Jallabert hat in Ladame in Genf, dessen Name auch später noch erwähnt werden wird, einen Biographen gefunden, der nach den in der Genfer Universitätsbibliothek entdeckten Hinterlassenschaften die bewunderungswürdigen Erfahrungen Jallabert's auf dem Gebiete der Elektrotherapie in einer Schrift: Notice historique sur l'Électrothérapie, Genève 1885, niedergelegt hat.

Jallabert machte die sehr wichtige Entdeckung, dass die Muskeln durch elektrische Funken einzeln in Contraction versetzt werden können, und ist somit der Entdecker der localisirten Franklinisation: hundert Jahre vor Duchenne, dem das Verdienst zuerkannt wird, die localisirte Faradisation zuerst geübt zu haben. Auf Grund jener Entdeckung elektrisirte Jallabert gelähmte Glieder und Muskeln, um ihnen ihre Beweglichkeit wiederzugeben. Die Krankengeschichte eines gewissen Schlossermeisters Voguès, der wohl von einer halbseitigen Lähmung getroffen war und von Jallabert wiederhergestellt wurde, hat eine gewisse Berühmtheit erlangt; dieselbe findet man in der erwähnten Schrift von Ladame und auch in Stein's „Allgemeine Elektrisation", welche sich überhaupt durch ausführliche historische und literarische Betrachtungen gerade über die Franklinisation ganz besonders auszeichnet.

Wie Stein berichtet, wurden Jallabert's Beobachtungen in Frankreich sowohl wie ganz besonders in Deutschland anerkannt und weiter verfolgt. Von deutschen Namen, die der Sache Interesse zuwandten, seien genannt: Hansen in Leipzig, Gordon in Erfurt, Bose in Wittenberg, Winkler in Leipzig, Namen, die auch mit den Fortschritten in der Entwickelung der Elektrisirmaschine in Beziehung stehen; fernerhin Krüger, Professor in Halle, Kratzenstein und Quellmalz in Halle und Leipzig, deren *Schriften alle* um das Jahr 1745 erschienen sind. Er-

wähnenswerth sind noch Schäffer in Regensburg und Spengler in Kopenhagen, u. A. Nähere Angaben sowie die Titel der betreffenden Schriften und Werke findet man in dem genannten Werke von Stein.

Schwindelhafte Reclamen brachten die Anwendung der Reibungs-Elektricität zu Heilzwecken bald in Misscredit. Die Entdeckungen von Galvani und Volta fesselten auch das ärzliche Interesse um so mehr, als man von dem Galvanismus mehr Nutzen für die Heilkunde erwartete. Erst Arthuis (Electricité statique et l'hystérie 1862) zog die fast vergessene Reibungs-Elektricität, welche sich in ihrem neuen Kleide nunmehr als Influenz-Elektricität darstellte, wieder an's Licht, und Charcot gelang es, die ärztliche Welt lebhaft dafür zu interessiren. Ballet und Vigouroux veröffentlichten 1881 (Progr. méd. 17. 18.) die ersten Versuche und Resultate, Boudet de Paris bekehrte sich zu ihrer Anwendung, und in Deutschland wurde die Kenntniss dieses Zweiges der elektro-medicinischen Wissenschaft von Stein, Mund, Eulenburg, Schwanda u. A. durch mehr oder weniger grosse Beiträge gefördert.

Aehnliche Schwankungen zeigte auch die Werthschätzung des Galvanismus seitens der Zeitgenossen, nur mit dem Unterschiede, dass dieser sich heutzutage eine unbestrittene Stellung in der Medicin erworben hat, während über die Bedeutung der Influenz-Elektricität für die Therapie noch keine Einigung erzielt ist.

A. v. Humboldt machte die ersten Versuche mittels sehr primitiver „Plattenpaare" an seinem eigenen Körper (1795) und legte seine Beobachtungen nieder in einem Werk „Versuche über die gereizte Muskel und Nervenfaser", 2 Bände, Posen und Berlin 1797. Durch ihn wurde Loder in Jena und durch diesen seine Schüler Lichtenstein und Bischoff zu weiteren Versuchen angefeuert, die sich auf zwei Fälle von Amaurosis und einen Fall von Hemiplegie erstreckten, bei welchen merkliche Besserungen erzielt wurden.

Ebenfalls durch A. v. Humboldt wurde Grapengiesser, ein Berliner Arzt, zu weiteren therapeutischen Versuchen mit Hülfe der mittlerweile erfundenen Volta-schen *Säule angeregt.* Grapengiesser war der Erste, dem

es gelang, eine paralytische Contractur mit dem elektrischen Strom zu lösen. Er stellte eine Reihe von Krankheiten auf, für welche er dessen Anwendung empfahl; keine günstige Wirkung beobachtete er bei „krampfhaften Krankheiten, Fothergill'schem Gesichtsschmerz, Migräne und in allen Fällen, wo Congestion vorhanden ist".

An Grapengiesser's Schrift (Versuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden, Berlin 1801) schliesst sich eine Arbeit von Dr. Maximilian Jakobi in Eutin (Erfahrungen über die Heilkräfte des Galvanismus, Hamburg 1802), in der günstige Erfolge bei Blindheit und Taubstummheit mitgetheilt werden.

Andere Namen, an welche die Geschichte der therapeutischen Verwerthung des Galvanismus sich weiterhin knüpft, sind: Volta selber, Gahn und Wenner in Stockholm, Heller in Paris, Schaub in Cassel, Marcus, Ramm, Martens, Weber, Geiger, Frischeisen, Treviranus u. s. w.

Die Werke von Struve (System der medicinischen Elektricitätslehre mit Rücksicht auf den Galvanismus, Breslau und Leipzig 1802), von Jean Aldini (Essai théorique et expérimental sur le galvanisme, Paris 1804) und von Friedrich Most (Lüneburg 1823) werden von R. Remak als kritiklos und unwissenschaftlich aus dem Verzeichniss der besseren Literaturerzeugnisse gestrichen. Zum grossen Theil hatten solche Machwerke daran Schuld, dass die Zahl der Anhänger des Galvanismus unter den Aerzten sich stark verminderte.

Auch Becquerel's Erfindung der constanten Ketten (Paris 1829) hatte keinen Aufschwung der Galvanotherapie zur Folge. Die Entdeckung der elektromagnetischen und magnetoelektrischen Ströme (Faraday 1832) zog damals alle Aufmerksamkeit auf sich, zumal bei dem allgemeinen Glauben, der damals in den drei Worten gegipfelt haben mag: „Elektricität ist Elektricität", die grössere Handlichkeit der neu construirten Apparate ihrer leichtern Einführung in ärztliche Kreise Vorschub leistete.

Mittlerweile wurden Elektrolyse, Galvanopunktur und Galvanokaustik in die medicinische Therapie eingeführt.

Prévost und Dumas lösten an lebenden Thieren durch den elektrischen Strom Harnsteine auf (1823). Den ersten elektrolytischen Versuchen folgten bald andere (Donné 1842, Phillipps 1847, Melicher 1848, u. A.). Zum eingehenden Studium wurde die Elektrolyse gemacht von Crusell (1839) und Ciniselli (1852); von ersterem rührt eine Behandlungsmethode von Wunden mittels des galvanischen Stromes her.

In neuester Zeit ist die Elektrolyse wiederum in die Gynäkologie eingeführt worden (Apostoli), wo sie in vielen Fällen Triumphe feiert.

Die Galvanopunktur, d. h. die Behandlung tiefer gelegener Teile, Muskeln etc. mittels langer darin eingestochener Nadeln, welche mit dem Strom in Verbindung gesetzt werden, knüpft sich an die Namen Sarlandière (1825) und Magendie, der damit bei Paralysen und Neurosen Erfolge erzielte. Die Galvanopunktur im alten Sinne und zu den ursprünglichen Zwecken ist heute absolut aufgegeben.

Die ersten Anfänge der Galvanokaustik reichen in das Jahr 1843 zurück. Der Münchener Physiker Steinheil empfahl die spitz zusammengebogene durch den galvanischen Strom in Weissgluth versetzte Platinschlinge zur Abtödtung der Pulpa cariöser Zähne, welche Operation (nach Lewandowski) im Jahre 1845 von dem Zahnarzt Heider in Wien zum ersten Mal ausgeführt worden sein soll.

Die heutige Methode der Galvanokaustik, wie sie besonders bei Erkrankungen der Nase mit Vorliebe angewandt wird, stammt von Middeldorpf in Breslau, welcher 1853 ein Nasenrachenfibroid galvanokaustisch entfernte und seine Erfahrungen in einem trefflichen Werke „Galvanokaustik, ein Beitrag zur operativen Medicin", Breslau 1854, veröffentlichte.

Die Elektrotherapie hatte im Jahre 1832 mit der Entdeckung der Volta- und Magnet-Inductionsapparate einen bdeutenden Aufschwung genommen. Der Galvanismus, dessen Handhabung noch immer mit grossen Umständen verknüpft war, wurde durch den faradischen Strom, den

man aus bequemeren und billigeren Apparaten gewann, verdrängt.

Die Grundlage aller unserer physikalischen, diagnostischen und therapeutischen Kenntnisse über den faradischen Strom verdanken wir Duchenne de Boulogne, der in einem sehr umfangreichen Werke: De l'Électrisation localisée, I. Aufl. Paris 1855 III. Aufl. Paris 1872. 1120 Seiten — die Resultate seiner trefflichen Versuche und Beobachtungen, die im höchsten Masse unsere Bewunderung erregen und auch heute noch für den Elektrotherapeuten eine köstliche Fundgrube bilden, niederlegte.

Ein gleiches Verdienst wie Duchenne um die Erforschung des faradischen Stromes erwarb sich R. Remak um den galvanichen Strom. Mit seiner „Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten" (Berlin 1858. 461 Seiten) und vielen andern Schriften kleinern Umfanges schuf er den Boden für die heutige Therapie mittels des galvanischen Stromes. (R. Remak starb in Berlin im J. 1865.)

Die Galvanotherapie fand bald mehr oder weniger begeisterte Anhänger in Baierlacher, Moritz Meyer (Berlin), der sie zuerst auf's heftigste bekämpft hatte, Erdmann, Schulz und Benedikt in Wien, der 1862 ein Lehrbuch der Elektrotherapie herausgab.

Grosse Fortschritte brachten zu Anfang der 50 er Jahre die physiologischen Arbeiten von Du Bois-Reymond, Eckhard, Pflüger u. s. w.

Nächst R. Remak leistete Brenner am meisten für den Ausbau der Elektrotherapie durch sein treffliches, sehr wissenschaftliches Werk: Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie, 2 Bde., Leipzig 1868 bis 1869. Im Gegensatz zu der alten Schule (Remak, Benedikt), welche gleich den Physiologen die Richtung des Stromes für seine specifischen Wirkungen verantwortlich machten, erklärte er dieselben als Polwirkungen und basirte darauf für Elektrodiagnostik und Elektrotherapie die polare *Methode*.

*Die Elektro*diagnostik gewann ungeheuer durch die

Erforschung der Entartungsreaction durch Erb, mit und nach ihm durch v. Ziemssen und Weiss, Stintzing und Graeber, E. Remak (Sohn), Eulenburg, Bernhardt, Hitzig u. s. w.

Der grösste Fortschritt bahnte sich an durch die erst in neuster Zeit erfolgte Einführung des absoluten Galvanometers, wodurch Elektrodiagnostik und Therapie sich dem Charakter der exacten Wissenschaften ein wenig genähert haben. Erwähnenswerth ist hier noch das Verdienst von C. W. Müller in Wiesbaden um die Feststellung bestimmter Stromdichten für die Elektrotherapie. (Zur Einleitung in die Elektrotherapie. Wiesbaden 1884.)

Auch die Bestrebungen von Beard und Rockwell in Bezug auf die weitere Einführung der bereits 1843 von Miller in New York zuerst angewandten vortrefflichen Methode der allgemeinen Elektrisation sollen hier gewürdigt werden. (Beard und Rockwell. Lehrbuch für den Gebrauch der localisirten und allgemeinen Elektrisation in der Medicin. New York 1871 — Deutsch v. R. Väter v. Artens 1874.)

Speciellere Literaturangaben findet man in dem erwähnten Buch von R. Remak und dem sehr bekannten Lehrbuch von Lewandowski in Wien, welchen beiden die vorstehenden historischen Bemerkungen zum grossen Theil entnommen sind.

Die Literatur, welche die Elektricität in der Medicin behandelt, ist mittlerweile zu enormem Umfang angewachsen. Den Jahrgängen nach geordnet findet man dieselbe in den Jahresberichten von Virchow-Hirsch, bearbeitet von Prof. Bernhardt in Berlin, sowie in der monatlich unter der Redaction von Léon Danion in Paris erscheinenden l'Électrothérapie von demselben Verfasser. Ein sehr umfangreiches Literaturverzeichniss zeichnet auch die beiden Arbeiten von E. Remak, Berlin, aus: „Elektrodiagnostik“ und „Elektrotherapie“, welche in der Real-Encyklopädie von Eulenburg erschienen sind. Ueber die neusten Arbeiten findet man Zusammenstellungen von Referaten von Moebius in Schmidt's Jahrbüchern. Die Arbeiten selbst sind in allen medicinischen Schriften des In- und Auslandes verstreut.

Ausser dem erwähnten Lehrbuch von Lewandowski: „Elektrodiagnostik und Elektrotherapie“, Wien 1887, (440 Seiten) II. Auflage Wien, Urban u. Schwarzenberg 1892 (476 Seiten), in welchem besonders die physikalische Propädeutik eine treffliche Bearbeitung erfahren hat, giebt es noch eine stattliche Anzahl grösserer Lehrbücher der Elektrotherapie: Erb, „Handbuch der Elektrotherapie“, II. Aufl. Leipzig 1886 (760 Seiten); M. Meyer (Berlin), „Die Elektricität in ihrer Anwendung auf praktische Medicin“, 4. Aufl. Berlin 1883; Rosenthal und Bernhardt, „Elektricitätslehre für Mediciner und Elektrotherapie“. III. Aufl. Berlin 1884.

Ausser dem erwähnten Lehrbuch von Stein (s. S. 200) ist fernerhin noch zu nennen der „Grundriss der medicinischen Elektricitätslehre“ von Rieger (II. Aufl. Jena 1887). Beide sind erheblich kleineren Umfanges wie die vorigen.

In England ist sehr bekannt ein Lehrbuch von de Watteville: A practical introduction to medical electricity, deutsch von Max Weiss (Wien), „Grundriss der Elektrotherapie“, Leipzig und Wien 1886 (252 Seiten); in Frankreich Bardet: „Traité élémentaire et pratique d'Électricité médicale“ 1884, und Onimus, Guide pratique de l'Électrothérapie, Paris 1889; in Amerika Ranney, „Lectures on nervous diseases“, Philadelphia 1888.

Von grösseren Casuistiken, in welchen die angewandten Stromstärken nach absolutem Masse angegeben sind, seien erwähnt: C. W. Müller-Wiesbaden, Beiträge zur praktischen Elektrotherapie, Wiesbaden 1891, und Sperling, Elektrotherapeutische Studien, Leipzig bei Fernau 1891.

Der Werth der Elektricität in der Medicin.

Man ist in der modernen Medicin gewohnt, die Elektricität als vollgiltiges Glied in der Kette der Heilmittel zu betrachten.

Hier und da erhebt sich jedoch auch jetzt noch unter den Aerzten ein Widerspruch dagegen. Es soll hier nicht auf die Ursachen desselben eingegangen werden; ohne Mühe wird sie jeder, der im Fache Bescheid weiss, sich selber construiren können. Jedenfalls wird jetzt bereits von allen Aerzten zugegeben, dass die Elektricität in vielen Krank-

heitsfällen Vortreffliches leistet, in welchen alle andern Heilmittel fehlschlagen.

Es darf wohl als eine durch Erfahrung sichergestellte Thatsache gelten, dass die Wirkung eines jeden Heilmittels abhängt von der individuell nach Zeit und Grad angepassten Anwendung. Mit der grössern Erfahrung müssen bessere Erfolge verbunden sein — wie überall, so auch in der Elektrotherapie.

Kein Wunder daher, dass die günstigen Heilwirkungen der Elektricität sich besonders in den Händen derjenigen Forscher zeigten, die sich am meisten Mühe gegeben hatten, dieselben zu erproben — man erinnere sich an Remak und Duchenne. Kein Wunder aber auch, dass nach ihnen mancher Arzt den Elektrisir-Apparat unwillig bei Seite schob, weil er ihn in seiner Hoffnung getäuscht hatte, und zwar eben deshalb, weil ihm die nöthigen Vorbedingungen für eine erfolgreiche Anwendung der Elektricität mangelten.

Duchenne und Remak besassen, soweit es sich aus ihren Hauptwerken ersehen lässt, eine Fülle physiologischer, pathologischer und praktisch-medicinischer Kenntnisse, die sie zum grossen Theil durch eigene Forschung und Erfahrung erworben hatten. Sie waren beide vortreffliche Diagnostiker und verstanden es gleichmässig, den einzelnen Fall in Bezug auf die verschiedenen Symptome einheitlich zu deuten, wie auch bezüglich des einzuschlagenden Heilverfahrens aus der Erfahrung heraus zu individualisiren.

Dies sind die beiden Erstlingsbedürfnisse für einen guten Elektrotherapeuten: er muss es verstehen, genau zu diagnosticiren (im weitesten Sinn des Wortes) und jeden Fall individualisirend zu behandeln, mit andern Worten: ein Elektrotherapeut, der Gutes leisten will, muss vor allem ein gut durchgebildeter Arzt sein.

Die unermüdlichen Forschungen in der neuesten Aera der Elektrotherapie haben mittlerweile eine Reihe von Gesetzen aufgestellt, an welche die Anwendung der Elektricität sich unbedingt zu binden hat. Ihre strikte Erfüllung sichert den therapeutischen Erfolg und bewahrt den Anfänger *vor heiklen Experimenten.*

Die erwähnten Gesetze, welche heutzutage, Dank der durch das absolute Galvanometer ermöglichten genauen Strommessung, ganz präcise in Worte und Zahlen gekleidet sind, konnten von Remak noch nicht geschaffen werden. Daher tragen auch seine Schriften nicht die genauen Angaben über die in jedem Einzelfall anzuwendende Stromstärke, wie es für seine Nachfolger zu wissen erwünscht gewesen wäre. Die Angaben in der Anzahl der eingeschalteten Elemente konnten in Anbetracht der baldigen Abnahme der elektromotorischen Kraft nicht genügen. Remak selber, der jeden Tag von neuem seine Batterie auseinandernehmen und reinigen liess, konnte sich vielleicht darauf verlassen, dass morgen 20 Elemente einen gleich starken Strom lieferten wie heute. Aber es wird damals nicht viele Forscher gegeben haben, die ihre Batterien so als Lieblingskinder behandelten wie er, und die auch im übrigen soviel Zeit und Mühe darauf verwandten, um es ihm an Erfolgen gleich zu thun. **Heutzutage muss es als ein durchaus gerechtfertigtes Verlangen bezeichnet werden, dass der constante Strom in der Elektrotherapie nicht mehr nach Elementen, sondern nach absolutem Mass, nach Milliampère, gemessen wird.** Wenn unter solchen Umständen die erwähnten Gesetze, wie sie auch für das vorliegende Lehrbuch als Leitfaden anerkannt worden sind, zur Richtschnur für das elektrotherapeutische Handeln dienen werden, dann ist nicht daran zu zweifeln, dass diese wissenschaftliche und zugleich eminent praktische Elektrotherapie immer mehr Anhänger gewinnen wird.

Aber auf einen andern Punkt soll hier noch aufmerksam gemacht werden.

Die von keinem andern Heilmittel übertroffenen Wirkungen der Elektricität bei einigen Krankheiten, wie z. B. bei Neuralgien, sind um so besser, **je früher** der elektrische Strom zur Anwendung kommt. Daher ist zu wünschen, dass kein Arzt sich mehr dazu hergiebt, die Fülle der mehr oder weniger zweifelhaften Arzneien „durchzuprobiren" und damit eine kostbare Zeit zu verlieren, die oftmals garnicht mehr *eingeholt werden* kann. Was in den ersten Tagen der *Krankheit durch* wenige elektrische Applicationen hätte gut

gemacht werden können, dazu braucht man später viele Monate und kann glücklich sein, wenn man überhaupt einen Erfolg zu verzeichnen hat.

Wie für die verschleppten Fälle von Neuralgien, so gilt dies ebenso für die vielen Neurastheniker, die Jahre lang mit Eisen-, Chinin- und Brompräparaten hingehalten werden, für die Leute, welche an chronischer Obstipation leiden und durch Schweizer- und andere Pillen ihrem Bedürfniss nachhelfen müssen, für die Muskelrheumatismen, die Jahr aus Jahr ein gezwungen sind, die Thermen aufzusuchen, nachdem sie womöglich Jahre lang vorher mit spirituösen Einreibungen eine köstliche Zeit vergeudet haben.

Solche veraltete und verschleppte Fälle sind es, welche so oft auch bei der Elektrotherapie keine Hilfe mehr finden können. Es liegt allein an der Gewissenhaftigkeit der praktischen Aerzte, die Zahl dieser Fälle zu vermindern. Mögen diese Zeilen ein wenig dazu beitragen!

Stromdosirung.

Die Dosirung des galvanischen Stromes ist jedem Einzelfall individuell anzupassen.

Dennoch giebt es auch in dieser Beziehung Regeln, welche eine langjährige Erfahrung der Elektrotherapeuten festgestellt hat, und von denen man ohne besondern Grund nicht abweichen darf.

Sobald für einen Fall die Indication der elektrischen Behandlung festgestellt ist, so werfen sich gleich eine Reihe von Fragen auf, von welchen zwei durch ihre besondere Wichtigkeit hervorragen:

1) Wie gross hat man die Elektroden zu wählen, um die Organe, welche man behandeln will, wirklich zu treffen?

und 2) Wie viel Milliampère hat man in den Stromkreis einzuschalten?

Diese beiden Fragen haben einen sehr engen Zusammenhang insofern, als von Elektrodengrösse und Stromstärke ein Factor abhängt, dem wir die grösste Bedeutung für den elektrotherapeutischen Erfolg zuschreiben, nämlich die *Stromdichte.*

Leiten wir beispielsweise einen Strom von 10 MA quer durch den Vorderarm, und zwar so, dass die auf der Körperstelle *A* sitzende Elektrode 100 cm^2 und die andere auf *B* sitzende 10 cm^2 Querschnitt hat. Dann geht also ein Strom von der gleichen Intensität (J = 10 MA) bei *A* durch einen 10 mal grösseren Querschnitt wie bei *B*. Die Stromfäden, in welche man sich den Strom aufgelöst denken kann, gehen bei *B* in der zehnfachen Concentration in die Haut und die unterliegenden Gewebe wie bei *A*. Wir sagen, dass der Strom bei *B* eine 10 mal so grosse Stromdichte hat wie bei *A*, und bezeichnen ganz kurz die Stromdichte *D* als einen Bruch, der die Zahl der Milliampère zum Zähler und den Elektrodenquerschnitt zum Nenner bekommt. In diesem Falle wäre *D* bei $A = {}^{10}/_{100}$, bei $B = {}^{10}/_{10}$ (vgl. auch S. 142).

Die Stromdichte ist es, welche in der Elektrotherapie die grosse Rolle spielen muss, welche früher der Stromstärke allein zufiel. Aus theoretischen Ueberlegungen und praktischen Erfahrungen geht es klar hervor, dass die Stromdichte, die Concentration des Stromes, das Verhältniss von Stromstärke zum Elektrodenquerschnitt, als das wirksame Princip in der Elektrotherapie zu gelten hat.

Wenn Jemand sagt, er habe bei dieser oder jener Procedur einen Strom von 10 MA angewandt, so ist damit gar nichts gesagt, denn dieser Strom kann schwach sein, wenn er eine Elektrode von 100 cm^2 durchfliesst, andrerseits wieder sehr stark, wenn er durch eine Elektrode von 10 cm^2 Querschnitt hindurch muss. Daher vermeidet man es am besten ganz, von „schwachen“, „mittelstarken“ und „starken“ Strömen u. s. w. zu reden, sondern man sagt und schreibt, dass man Ströme von „grosser“, „mittlerer“, oder „geringer Stromdichte“ angewandt habe.

Die ganze Frage der Stromdosirung kommt also im wesentlichen auf die Frage heraus: welche Stromdichte ist im Einzelfall anzuwenden?

C. W. Müller in Wiesbaden, der in der Elektrotherapie eine grosse Erfahrung besitzt, hat aus einer grossen *Anzahl von Fällen* herausgerechnet, dass die angewandte *Durchschnitts*-Stromdichte ungefähr $^1/_{18}$ betrug,

d. h. 1 MA auf 18 cm² Elektrodenquerschnitt. Die Durchschnitts-Stromdichte von $^1/_{18}$, welche wohl als mittlere Stromdichte zu bezeichnen wäre, ist also in den meisten Fällen anzuwenden.

Von dieser Regel existiren Ausnahmen, wo entweder „grosse" oder „geringe" Stromdichten passend sind.

Davon soll im Anschluss an die Besprechung der einzelnen Krankheiten die Rede sein.

Ueber die Wahl der Elektroden ist im allgemeinen nur so viel zu sagen, dass man dieselben um so grösser wählt, je tiefer die Lage des zu treffenden Punktes ist; sie müssen sich so gegenüber stehen, dass der zu beeinflussende Ort in die Mitte ihrer Verbindungslinie fällt; beide Elektroden sollen von gleicher Grösse gewählt werden, wenn die vom Strom zu treffenden Stellen in gleichem Abstand von der Haut entfernt liegen und auch die gleiche Stromdichte bekommen sollen; wünscht man an den beiden Applicationsstellen die Stromdichte verschieden zu haben, so erreicht man dies sehr einfach durch Anwendung zweier Elektroden von verschiedener Grösse.

Einige Beispiele, die dem bereits oft genannten Werk von C. W. Müller entnommen sind, mögen für die Wahl der Stromdichte noch einige Fingerzeige geben.

Bei Ischias sollen beide rechteckige Elektroden einen Querschnitt von je 70 cm² haben; dazu ist eine Stromstärke von 4 MA erforderlich, um $D = {}^1/_{18} = {}^4/_{72}$ zu erzielen.

Die gleichen Elektroden mit derselben Stromstärke werden bei Rückenmarksaffectionen verwandt.

Bei circumscripten Heerden, wie bei Myelitis dorsalis transversa und bei Intercostalneuralgien, sind die zu verwendenden Elektroden etwas kleiner, je 55 cm²; die Normalstromdichte $^1/_{18}$ erfordert hier eine Stromstärke von 3 MA ($^1/_{18} = {}^3/_{54}$).

Bei entzündeten Handgelenken werden von Müller Platten von 35 cm², die natürlich denselben genau angepasst sein müssen, angewendet. Die Stromstärke muss hier 2 MA betragen ($^1/_{18} = {}^2/_{36}$).

Eine Ausnahme von der Regel bildet die gewöhnlich *am Sympathicus* angewandte Stromdichte von $^1/_{14}$, wenn

der Strom vom iugulum zum ganglion sympathicum supremum geleitet wird.

Auch bei den chronischen, rheumatischen und traumatischen Gelenksaffectionen, die keinerlei Reizerscheinungen mehr zeigen, ist die Stromdichte $^1/_{14}$ indicirt. Sind die Fälle sehr chronisch und torpide, so geht man auf $^1/_{10}$ und $^1/_6$ Stromdichte herauf, kann sogar zeitweise Stromwendungen ausführen.

Eine geringere Stromdichte, weit unter dem Durchschnitt stehend, erfordert das Gehirn: $^1/_{30}$ bis höchstens $^1/_{24}$ genügt dafür. Auch bei allen Applicationen am Nacken und der oberen Dorsalgegend, besonders bei hirnanämischen Personen, soll unter die Durchschnitts-Stromdichte heruntergegangen werden.

Als allgemeine Regel ist noch die zu erwähnen, dass alle frischen, acut entzündlichen, erethischen Fälle, z. B. von Myelitis, Neuritis und Neuralgien, sowie sehr reizbare functionelle Neurosen durchweg mit erheblich geringeren Stromdichten, der Hälfte der Durchschnitts-Stromdichte und darunter ($^1/_{35}$ bis $^1/_{50}$) behandelt werden müssen.

In den oben angeführten Fällen handelt es sich weniger darum, dass von jedem Pol eine ihm benachbarte Stelle getroffen wird (polare Wirkung), als darum, die ganze zwischen ihnen liegende Strecke, oder einen bestimmten Ort etwa in der Mitte derselben, zu beeinflussen. Ist man in solchen Fällen aus äusseren Gründen genöthigt, Elektroden von verschiedenem Querschnitt anzuwenden, so berechnet man die einzuschaltende Stromstärke aus dem arithmetischen Mittel beider. Z. B. verwendet Müller zur Galvanisation des Hüftgelenks eine hintere grosse Platte von 180, eine vordere von 110 cm² Durchmesser. Das arithmetische Mittel beider $\left(\frac{180 \times 110}{2}\right)$ giebt einen Querschnitt von 145 cm², für welchen eine Stromstärke von 8 MA erforderlich ist ($^1/_{18} = {}^8/_{144}$).

In einer Reihe andrer Fälle brauchen beide Elektroden *eine differente* Stromdichte, die nach der Art des Falles *und des locus* applicationis für jede einzelne bestimmt

werden muss. Uebrigens soll es nicht unerwähnt bleiben, dass nur selten der Querschnitt einer Elektrode bei der Anlegung an den Körper vollkommen zur Verwerthung gelangt; meistens heben sich die Ränder mehr oder weniger von der Körperoberfläche ab, und der Elektrodenquerschnitt erleidet dadurch eine Verkleinerung, welche bei der Berechnung der Stromdichte in Anrechnung gebracht werden muss.

Ein solcher Fall, in welchem beide Elektroden verschiedene Stromstärken brauchen, ist z. B. die spastische Migräne. Nach einigen sehr günstigen Erfolgen von Müller muss man es als wahrscheinlich betrachten, dass die elektrische Beeinflussung des Sympathicus, der in diesem Falle im Hals-Grenzstrang getroffen wird, die geeignete, durch keine andere bisher übertroffene Behandlung der spastischen Migräne bildet. Und zwar hat Müller gefunden, dass die für das ganglion supremum (dicht hinter und unter dem Unterkieferwinkel) passende Stromdichte $^1/_7$ ist, welche 2—3 Minuten einwirken muss, um die Hirngefässe zu erweitern, während der andere Pol in Gestalt einer Platte von 55 cm^2 auf den Nackenwirbeln oder unten auf dem Hinterhaupt ruht, um das Cervicalmark oder medulla oblongata zu gleicher Zeit zu beeinflussen.

Bei der paralytischen Migräne ist die für die Verengerung der Hirngefässe taugliche Stromdichte am ganglion supremum $^1/_{14}$, die Stromdauer nur 30—40 Sekunden.

Handelt es sich darum, eine erfrischende und belebende Wirkung auf die Nerven der Extremitäten auszuüben, so passt bei einer Stromdauer von 45 Sekunden eine Stromdichte von $^1/_9$. Gewöhnlich ist es in diesen Fällen so, dass, während die eine Elektrode feststeht, die andere von $^3/_4$ zu $^3/_4$ Minute von einem Punkt des gelähmten Nerven zum andern wandert. Um die Stelle unter der feststehenden Elektrode nicht zu stark zu beeinflussen, wählt man diese — je nach der doppelten oder dreifachen Zeit, in welcher sie ihre Wirkung ausübte — doppelt oder drei mal so gross wie jene, um eine längere Stromdauer durch eine geringere Stromdichte auszugleichen.

Uebrigens wird es ohne grossen Fehler gestattet sein,

die angegebenen Zahlen nach dem Decimalsystem in $^1/_{10}$, $^1/_{15}$, $^1/_{20}$ u. s. w. abzurunden.

Die vorstehenden allgemeinen Angaben beziehen sich auf eine Methode der Galvanisation, welche wir als stabile Galvanisation bezeichnen und die folgendermassen ausgeführt wird: zuerst werden beide Elektroden an den betreffenden Körperstellen aufgesetzt; dann wird die erforderliche Stromstärke eingeschlichen und bei feststehenden, stabilen Elektroden der Strom so und so lange auf der erforderlichen Höhe gehalten, dann wird der Strom ausgeschlichen, und nun erst erfolgt die Entfernung der Elektroden.

Die Hauptsache ist die, dass in den betreffenden elektrisirten Organen während der Application keine grosse Stromschwankung entsteht: vermieden wird dieselbe einmal durch die Stabilität der Elektroden und ferner durch das Ein- und Ausschleichen des Stromes.

Soll die eine Elektrode nach einander in Zeiträumen von je $^3/_4$ Minuten z. B. drei Stellen eines Organs, wie der Wirbelsäule berühren, während die andere dem Brustbein aufsitzt, so lässt man die erste Elektrode, nachdem sie unter Einschleichen des Stromes mit Stromdichte $^1/_{18}$ auf Stelle *A* $^3/_4$ Minuten gesessen, nach Stelle *B* „wandern", hält sie dort $^3/_4$ Minuten stabil auf der mittlerweile regulirten Stromdichte (der W. hat sich inzwischen mit dem Ortswechsel verändert), lässt sie nach *C* wandern, hält sie wieder $^3/_4$ Minuten stabil und schleicht schliesslich den Strom aus. Diese Methode bezeichnet nur eine Modification der stabilen Galvanisation; man sagt auch, man elektrisire in „Stationen" oder „stationsweise".

Besonders bei peripheren Lähmungen wird eine andere Methode angewandt: die labile Galvanisation, die darin besteht, dass, während die eine grossplattige Elektrode (70 bis 100 cm^2) auf dem betreffenden Nervenplexus stabil aufsitzt, die andere Elektrode von 10 bis 30 cm^2 mit der Stromdichte $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ über sämmtlichen Muskeln und Nerven der Extremitäten hin- und herbewegt wird. Ohne die Elektrode jemals von der Haut abzuheben, streicht man *über jede Stelle* etwa 20 mal hinweg, sodass die ganze Pro-

cedur für einen Arm etwa zwei Minuten, für ein Bein etwas mehr, drei Minuten, erfordert.

Handelt es sich bei der stabilen Galvanisation vorzugsweise darum, Reizzustände durch den elektrischen Strom zu beruhigen, so übt die labile Galvanisation mehr einen erfrischenden und belebenden Einfluss, ist also für alle lähmungsartigen Zustände besonders indicirt. In wenigen Fällen nur hat man sich der Stromwendungen zu bedienen, welche als ein Reizmittel höchster Potenz anzusehen sind.

Was die jedesmalige Dauer einer einzelnen Application und die Summe derselben, die ganze Sitzung betrifft, so sind darüber bereits einige Angaben gemacht worden. Abgesehen von der Dauer der Application bei der spastischen Migräne von $2^1/_2$ bis 3 Minuten, die eine Ausnahme bildet, wird man über eine Minute nicht leicht herausgehen; es genügt dies vollkommen. Man mache es sich zur Regel, sei es bei einer Neuralgie oder einer Tabes u. s. w., an demselben Organ nicht mehr wie drei Applicationen der Elektricität anzuwenden. Demnach müsste eine ganze elektrische Sitzung in höchstens 7 bis 8 Minuten beendet sein.

Eine Ausnahme von der Regel bilden die Sitzungen bei der „allgemeinen Faradisation", welche man schliesslich bis auf eine halbe Stunde und darüber ausdehnen kann.

Weiterhin handelt es sich um die Frage: wie oft soll man elektrisiren?

In chronischen Fällen bestellt man den Patienten einen Tag um den andern, falls es sich nicht darum handelt, ihn psychisch beeinflussen und deshalb öfter sehen zu müssen. Auch bei Exacerbation der Krankheit, z. B. in Gestalt von heftigen Schmerzen, kann man zeitweise eine tägliche Behandlung eintreten lassen, bis sich die Beschwerden gemildert haben. Desgleichen können sehr heftige Neuralgien die elektrische Behandlung täglich, ja mehrmals täglich erfordern.

Im allgemeinen wird man aber mit drei Sitzungen in der Woche auskommen.

Sehr verschieden muss natürlich die Dauer der elektrischen Behandlung überhaupt sein. Bei Neuralgien, die erst ganz kurze Zeit gedauert, genügen häufig schon zwei bis fünf *Sitzungen; je* chronischer das Leiden, und je öfter

es recidivirt, um so mehr Sitzungen sind bis zur definitiven Heilung erforderlich. Bei Myelitis, Tabes, multipler Sclerose muss man der elektrischen Behandlung viele Monate, ja mehrere Jahre widmen. Einen etwaigen Erfolg merkt man schon nach wenigen Sitzungen; in gewissen Fällen muss man freilich auch fünfzehn bis zwanzig Sitzungen abwarten, um endlich eine kleine Besserung constatiren zu können.

Dies ist unter Umständen eine harte Geduldsprobe für Arzt und Patienten. Ist man davon überzeugt, dass man die richtige Methode der Elektrisation handhabt, so wende man mit gutem Gewissen alle seine Ueberredungskunst an, um den Patienten in eigenstem Interesse zur Fortsetzung der Cur zu vermögen.

Zur Beurtheilung der Gesetze der Stromdosirung.

Die Methode der Galvanisation, wie sie hier in allgemeinen Umrissen geschildert worden ist, und deren Princip von ihrem Urheber C. W. Müller in Wiesbaden mit den wenigen Worten charakterisirt ist: „Breve, leve, saepe, semper in loco morbi!“ — hat unter den Elektrotherapeuten durchaus nicht allgemeine Anerkennung gefunden.

Man sieht häufig ein geringschätziges Lächeln über diese „homöopathischen“ Stromdosen, nicht nur von denen, die das absolute Galvanometer kaum dem Namen nach kennen, sondern auch von andern, die der Sache näher stehen; und von Seiten des Publicums hört man oft genug die Aeusserung: „Ich fühle nichts; das kann mir auch nicht helfen.“

Es wäre müssig, das erwähnte Erfahrungsgesetz mit theoretischen Gründen rechtfertigen und befestigen zu wollen, da uns die Fundamente der Beweisführung, die Thatsachen über das innerste Wesen der krankhaften Störungen und den molekularen Vorgang bei der Restitution kranker Gewebe durchaus unbekannt sind. Wie schon gesagt, kennen wir auch nicht die feineren Vorgänge in den Geweben, die durch den elektrischen Strom ausgelöst werden, wir wissen nicht, ob es eine physikalische oder chemische Action ist, die den Anstoss zu dem restituirenden, heilenden Process giebt, und vollends liegt es ausser unserer Macht, die feinen

Details und die Nüancen der individuellen Verschiedenheit der pathologischen Affection so aufzufassen, dass wir danach die Intensität des durchzuleitenden Stromes zu bemessen im Stande sind. Von allen diesen Dingen kennen wir nur das Grobe, die äusserste Schale, während der Kern mit allem, was in ihm steckt, unserem Auge verborgen bleibt.

Wir müssen hier, wie so oft, die Erfahrung ein Leitstern unserer Handlungen sein lassen und denjenigen Männern glauben, welche durch langjährige elektrotherapeutische Praxis sich mit den Eigenarten des elektrischen Stromes vertraut gemacht haben, und die durch zahlreiche, von Andern bestätigte Beobachtungen den Beweis geliefert, dass sie es verstehen, richtig zu beobachten.

Für die statische Elektricität ist bereits von Jallabert das Princip der „milden Einwirkung“ aufgestellt und auch späterhin von allen denen festgehalten worden, die sich eingehend damit beschäftigt haben. Für den galvanischen Strom wird sich ein jeder Arzt, der über die ersten elektrischen Applicationen an Kranken hinaus ist, durch einige Versuche an einfachen, leicht zu übersehenden Fällen selber davon überzeugen, dass diejenigen Stromdichten, welche wir als „mittlere“ oder „geringe“ bezeichnen, am erfolgreichsten verwendet werden. Ein grosser Vortheil derselben besteht auch darin, dass sie kaum jemals einen nachtheiligen Einfluss auf den Zustand des Patienten ausüben können, während die sogen. „starken“ Ströme, die vielen Schliessungen und Polwendungen, wie man sie oft von Anfängern in der Elektrotherapie ausgeführt sieht, nach der Erfahrung aller Elektrotherapeuten ganz erheblichen Schaden stiften können.

Uebrigens fehlt es für die günstige Wirkung schwacher und kurzer Ströme nicht an Analogien in anderen therapeutischen Methoden. Wir wissen z. B. ganz genau, dass ein Neurastheniker durch ein 10 Minuten langes warmes Bad von 30° kolossal erschöpft, aber durch ein 3 Minuten dauerndes von 25° erfrischt und gekräftigt wird. Wir wissen auch, dass bei allen nervösen Herzirritationen eine momentane kalte Douche eine wohlthätige, eine zwei Minuten lange eine geradezu verheerende Wirkung ausüben kann.

Es ist bekannt, dass der vielgenannte Masseur Metzger in Wiesbaden für eine einzelne Massage mit bestem Erfolge nur sehr wenige Minuten verwendet, und dass ganz leichte schwedische Gymnastik von wenigen Minuten auf herzschwache Personen einen belebenden Einfluss hat.

Wir machen auch alltäglich die Erfahrung, dass diese und jene Personen einen Spaziergang von mehr als einer halben Stunde nicht vertragen; es handelt sich um Neurastheniker, chlorotische Mädchen u. s. w., die sich nur einer sehr milden Einwirkung der Luft aussetzen dürfen.

Schliesslich wird es auch jedem praktischen Arzte aufgefallen sein, dass er unter Umständen mit kleinen Dosen tonischer Mittel, wie Arsen, Eisen u. s. w., prächtige Erfolge hat, während vorher gegebene grosse Dosen durchaus nicht vertragen wurden (cf. auch Arndt, Berlin. Klin. Woch. 1889, Nr. 44).

Die hier gegebenen Beispiele von Analogien könnten leicht bis auf eine grosse Anzahl vermehrt werden, doch dürften diese dem beabsichtigten Zweck, zu zeigen, dass man auch mit kleinen Dosen anderer medicinischer Heilmittel oft sehr viel mehr ausrichtet, als mit grossen, genügen.

Zwei Dinge sind es, die es besonders dem Anfänger schwer machen, die hier gegebenen Regeln zu befolgen.

Das Publicum, welches sich unter „Elektrisiren" eine Massnahme vorstellt, die den ganzen Körper erzittern und erbeben macht, schraubt im Laufe der Sitzung seine Ansprüche an eine gewaltige, merkbare Wirkung des elektrischen Stromes gewöhnlich so weit herunter, dass es wenigstens etwas „fühlen" will. Hat der Patient bei der ersten Galvanisation nichts gefühlt, so glaubt er auch nicht an eine Wirkung und lässt den Arzt einfach im Stich. In solchen Fällen kann man sich damit helfen, dass man in den ersten Sitzungen den ja so häufig indicirten faradischen Strom anwendet, bis man durch dessen eigenartige Wirkungen auf das Gefühl das Vertrauen des Patienten gewonnen hat. Kann man aber die sofortige Anwendung des galvanischen Stromes nicht umgehen, so wähle man die indifferente Elektrode sehr klein ($10\,cm^2$) und Patient wird

an dieser Stelle wenigstens ein tüchtiges Brennen verspüren, das ihn noch stundenlang an die stattgefundene Wirkung denken lässt.

Ein zweites Moment kommt nicht weniger in Betracht. Es liegt im natürlichen Gefühl eines für seinen Patienten besorgten Arztes, dass er so schnell wie möglich helfen will. Er selber kann sich nur schwer von dem alten Vorurtheil: „Viel nützt viel“ trennen; kein Wunder, dass er den Patienten, der womöglich einen weiten Weg bis zu ihm gemacht hat, dadurch entschädigen will, dass er ihn recht lange und fühlbar elektrisirt. Es gehört in der That eine gewisse Entsagung dazu, es bei der Application eines kaum merklichen Stromes während zwei Minuten bewenden zu lassen und dann den Patienten, der sonst daran gewöhnt war, ein „schwarz auf weiss“ in Gestalt eines Receptes mitzunehmen, ohne ein merkliches Zeichen der Herkunft vom Arzte wieder nach Hause zu schicken.

In der That wird man besonders bei ungebildeten Patienten in dieser Beziehung auf lebhaften Widerspruch stossen, und es gehört eine gewisse Ueberredungsgabe dazu, um sie von der Nützlichkeit der neuen Methode so zu überzeugen, dass sie sich auch zum zweiten, dritten und vierten Gang zum Arzt aufraffen.

Das, was über alle diese Schwierigkeiten hinweghilft, ist der eigene Glaube an die gestellte Diagnose, die Vertrautheit mit den Methoden, eine gewisse Erfahrung über die Wirkung der Elektricität und die eigene Ueberzeugung von der guten Prognose — besonders die letztere wird die Sicherheit des Arztes gegenüber dem Patienten soweit erhöhen, dass das Vertrauen des letzteren auch dann nicht schwindet, wenn die ersten Sitzungen nicht den erwünschten Erfolg gehabt haben und damit dem Arzt Gelegenheit gegeben wird, die zuerst gebrauchte Methode zu ändern oder mit einer bessern zu vertauschen.

Die therapeutischen Wirkungen der Elektricität.

Die Wirkungen, welche die Elektricität im menschlichen Körper ausübt, lassen sich nicht von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus zusammenfassen und charakterisiren.

Wir kennen den innersten Vorgang nicht, der sich in einem ermüdeten Nerven abspielt, wenn er vom elektrischen Strom durchflossen und dadurch in den Zustand früherer Kraft zurückgeführt wird. Wir wissen nicht, ob es sich dabei um moleculare Verlagerungen im Sinne einer Verbesserung der Lage der Moleküle handelt, ob chemische Alterationen, ähnlich wie bei der Elektrolyse, dabei eine Rolle spielen, ob sogenannte kataphorische Vorgänge in Gestalt eines Flüssigkeitstransportes von + zum —Pol zur Geltung gelangen, ob alle Wirkungen, die sich physiologisch oder therapeutisch äussern, einer Action der durch den Strom veränderten Gefässe zu danken sind, oder ob schliesslich die trophischen Nerven es sind, welche zuerst durch den Strom eine Anregung erfahren, und die dann indirecte functionelle Störungen sowie organische Krankheitserscheinungen günstig beeinflussen.

Die Unklarheit, welche über diesen Punkt herrscht, äussert sich in den vielen Namen, welche man den Wirkungen der Elektricität beigelegt hat. Nicht ihrem innersten Wesen nach, sondern rein symptomatisch hat man sie in den verschiedenen Fällen als erfrischend und belebend, als beruhigend, schmerz- oder krampfstillend, antiparalytisch, schlafmachend, resorbirend u. s. w. bezeichnet.

Auch mit dem von R. Remak in die Elektrotherapie eingeführten Begriff der katalytischen Wirkungen ist nicht viel mehr gesagt. Im Sinne Remak's bezeichnet dieser Name einen Complex von mehreren Wirkungen der Elektricität, wie sie in den vier ersten Punkten eben angedeutet worden sind. Die Belege dafür, dass durch Stromstärken. wie sie in der Elektrotherapie zur Verwendung gelangen, wirklich die eine oder andere Wirkung ausgelöst wird, sind noch sehr schwach, wenn auch einige Thatsachen — Transport medicamentöser Stoffe von einem Pol aus in den Körper hinein (Munk, Adamkiewicz), Gefässerweiterungen und Verengerungen unter dem Einfluss des Stromes in der Haut, in Muskeln, im Gehirn u. a. m. — abgesehen von den therapeutischen Erfahrungen zu Gunsten von katalytischen Wirkungen in Remak's Sinne sprechen dürften.

Punkt 5) klammert sich an eine vorläufig noch sehr mystische Grösse. Wenn auch alle Erfahrungen der Annahme, dass es trophische Centren und trophische Nerven giebt, günstig sind, mögen die letztern nun in der Bahn der andern Nerven eingeschlossen sein oder gesondert von ihnen verlaufen, so dürfte es dennoch etwas verfrüht sein, die Wirkung der Elektricität im menschlichen Körper als eine Wirkung auf die trophischen Nerven, als trophische Wirkung aufzufassen.

Freilich liegt die Möglichkeit, dass es sich so verhält nicht gar fern.

Wenn auch bis heute noch keine Spur eines Beweises dafür erbracht ist, so sprechen einige Thatsachen entschieden dafür. Vor allem ist zu constatiren, dass jedes Organ, welches unter den Einfluss der Elektricität gestellt wird, in seinem eigenen Sinne, mit einer specifischen Reaction darauf reagirt, und trotzdem jedesmal im Sinne einer Regeneration der erkrankten Theile. Mag sich die zu behandelnde Störung in einem motorischen oder sensiblen Nerven vorfinden, in einer Lymphdrüse, in einer Gelenkkapsel oder in einem Netzhautstäbchen — der Einfluss der Elektricität, falls er sich überhaupt im günstigen Sinne äussert, vollzieht sich unitarisch, indem er überall die Zellen zur reactiven Thätigkeit anregt, welche uns schliesslich als Heilung imponirt.

Wenn wir nun gewillt sind, die Ernährung der Organe als unter dem Einfluss der trophischen Nerven stehend zu denken, so liegt es gewiss nahe, die eine Unität mit der andern in Verbindung zu bringen und die elektrische Beeinflussung der verschiedenen Organe auf dem einen indirecten Wege der trophischen Nerven zu erklären.

Dafür sprechen auch noch manche andere Thatsachen. Z. B. ist es sicher festgestellt, dass eine in gewisser Weise vollzogene Galvanisation am Halse in vielen Fällen eine schlafmachende Wirkung ausübt, und dieses Factum können wir uns kaum anders als durch vasomotorische oder trophische Einflüsse auf die Hirnrinde erklären. Es ist auch erwiesen, dass bei Gelenkleiden nicht nur die directe Be-

einflussung des Gelenks den krankkaften Zustand zu beseitigen vermag, sondern auch indirect eine Behandlung der centralwärts gelegenen Partien, z. B. des Oberschenkels bei einer Kniegelenksaffection. Schon R. Remak sprach von einer indirecten Katalyse.

Zur Beurtheilung der elektrotherapeutischen Wirkungen.

Im Laufe der längern elektrischen Behandlung eines chronischen Krankheitsfalles, der sich stets durch einen regen Wechsel der Symptome in Bezug auf Zahl und Intensität auszeichnete, haben wir von der ersten Sitzung ab das grösste Interesse daran, zu wissen, in wie weit Aenderungen des Zustandes unseres Patienten von der Beeinflussung durch den elektrischen Strom direct abhängig sind oder nicht.

Nicht gar selten kommt es vor, dass sich der Kranke unmittelbar nach der elektrischen Sitzung eines grösseren Wohlbefindens erfreut. Der Neurastheniker, welcher einer allgemeinen Faradisation unterzogen wurde, giebt am nächsten Tage an, dass er sich bereits auf dem Wege vom Arzt nach seiner Wohnung kräftiger gefühlt habe; ein Kranker mit Ischias, der sich vorher mit Hilfe des Stockes nur mühsam wegschleppen konnte, geht jetzt ohne denselben; der Tabiker hat mehr Gewalt über seine Beine wie vor der Behandlung; ein anämisches Mädchen, das an fürchterlichen Kopfschmerzen leidet, merkt schon unter der Einwirkung des Franklin'schen Bades, dass der Schmerz nachlässt und schliesslich ganz aufhört.

Es soll hier nicht von der Dauer solcher momentan eintretender Wirkungen gesprochen werden; dieselbe ist naturgemäss verschieden nach dem Alter und der Hartnäckigkeit des Falles. Wenn aber solche Angaben wie die eben erwähnten gemacht werden, so kann man wohl oder übel nicht umhin, eine günstige Einwirkung des elektrischen Stromes anzunehmen.

Die Elektricität hat in solchen Fällen unzweifelhaft „gewirkt"; je weniger complicirt dieselben erscheinen, um so deutlicher wird dieser Einfluss zu Tage treten und auch den hartnäckigsten Skeptiker davon überzeugen, dass eine

Täuschung in der Beobachtung ausgeschlossen ist, und dass nicht umsonst so viele hervorragende Aerzte die Elektrotherapie als einen Liebling in ihrem Heilschatz betrachten.

Eine andere Frage ist dagegen die: „**wie** hat die Elektricität gewirkt". Es ist bereits im vorigen Capitel davon gesprochen worden, dass man sich die Wirkung der Elektricität in sehr verschiedener Weise zu erklären sucht.

Gegen alle diese noch so wenig bewiesenen Möglichkeiten sind von verschiedenen Seiten lebhafte Bedenken erhoben worden. Man ist soweit gegangen, die physiologischen, physikalischen und chemischen Wirkungen der Elektricität gänzlich zu leugnen und dafür eine andere Theorie der elektrischen Wirkungen zu construiren: den Umweg durch die Psyche.

Die psychologischen Beobachtungen, zu welchen neuerdings durch das Studium des Hypnotismus besondere Anregung gegeben worden ist, haben die Vermuthung nahe gelegt, dass körperliche Zustände der verschiedensten Art viel mehr unter dem Einfluss der seelischen Thätigkeit stehen als man es bisher zu glauben gewohnt war. Ebenso ist es mit Sicherheit anzunehmen, dass auch unter pathologischen Verhältnissen körperliche Schmerzen unter psychischem Einfluss stehen, und andererseits ist es thatsächlich erwiesen, dass Krankheiten, welche als körperliche (functionelle) Leiden imponiren, durch eine rein psychische Behandlung (Hypnose) geheilt werden können. (Wer sich für dieses Capitel interessirt, möge nachlesen: Liébeault, Du sommeil et des états analogues considérés surtout au point de vue de l'action du moral sur la physique. Paris 1866 und 1889. Bernheim, De la suggestion etc. II. Aufl. Paris 1888. Moll, Hypnotismus. II. Aufl. Berlin 1890. Mendel, Sammlung gemeinverständl. wissenschaftl. Vorträge [Virchow und Holtzendorf]. Heft 23. 1890. Sperling, Neurolog. Centralbl. 1888. Nr. 11, 13 und 14. Aerztl. Praktiker. 1889. Nr. 4 und 5. Deutsche med. Wochenschr. 1889. Nr. 43 und 44, u. a. m.)

Die günstige Wirkung der Elektricität wird also von jener Seite nicht als eine directe Beeinflussung des kranken Nerven und Muskels u. s. w. aufgefasst, vielmehr ist der

Gedankengang folgender: Der Kranke hat von ähnlichen Fällen wie dem seinigen gehört, die durch Elektricität geheilt worden sind; er geht also vertrauensvoll zum Elektrotherapeuten, wo ihm allein schon die elektrischen Apparate und die mysteriösen Hantirungen, mittels derer der Arzt den elektrischen Strom mit seinem Körper in Verbindung bringt, so imponiren, dass sich der Gedanke an seine Heilung immer fester einwurzelt; die ermuthigende Zurede des Arztes thut noch das ihrige, und so ist allein durch die psychische Einwirkung (Suggestion) auf den Patienten die Heilung des Leidens schon halb bewerkstelligt, bevor noch die Elektroden an den Körper angesetzt sind.

Es ist nicht zu leugnen, dass diese Momente als ein Theil der psychischen Behandlung, die man ja den meisten Kranken nebenbei angedeihen lassen muss, eine wesentliche Rolle spielen, aber es scheint mir zu weit gegangen zu sein, wenn man die vortrefflichen curativen Wirkungen des elektrischen Stromes bei den Neuralgien, Neuritiden, Neurasthenien u. s. w. als psychische Reflexwirkungen auffassen will; man mag glauben, dass die Elektricität unter Umständen combinirt wirke, somatisch und psychisch, aber es geht nicht an, die Wirkungen ersterer Art auszuschliessen.

Uebrigens würde der Werth der Elektrotherapie, wie mir scheint, nicht im mindesten durch den Nachweis, dass alle ihre Wirkungen durch psychische Vorgänge vermittelt werden, oder in die Volkssprache umgesetzt, „auf Einbildung der Patienten beruhen", herabgesetzt werden, im Gegentheil.

Aus den Erfahrungen über den Hypnotismus wissen wir, dass die grösste Kunst bei der psychischen Therapie — bei der Hypnose wie bei jeder anderen — darauf beruht, die zweckmässigsten Mittel ausfindig zu machen, um in dem Patienten einen Gedanken oder eine Ueberzeugung Wurzel schlagen zu lassen, welche die früheren krankhaften Ideen aus dem Felde schlägt. In diesem Sinne können wir bald durch blosse Ueberredung im wachen Zustand wirken, bald können wir die Hypnose zu Hilfe nehmen. Wer weiss es nicht aus eigener Erfahrung, wie verschieden der Versuch, *eine andere* Person zu überreden oder zu überzeugen, aus*fallen kann* je nach der Wahl und der Betonung der Worte,

nach den begleitenden Mienen, dem Moment der guten Laune des zu Ueberredenden u. s. w.? — Auch die Suggestion in der Hypnose hängt von dem Geschick des Suggerirenden ab, seine Worte so einzukleiden, dass sie der Individualität, dem krankhaften Zustand und der zeitigen Stimmung des Patienten angepasst sind.

Wie aber, wenn die Elektricität ein Agens bedeutete, welches ganz besonders geeignet wäre, die krankhaft veränderte psychische Sphäre mit adäquatem Reiz so zu treffen, dass die normale Function wieder hergestellt würde, und zwar sowohl durch directe Beeinflussung des Sitzes derselben, des Gehirns, als auch indirect durch Vermittelung der peripheren Nerven, als Reflexaction!

Wenn die Elektricität ein eigenartiges Mittel zur Suggestion darstellte, welches gewissermassen das Eindringen derselben in die Psyche erleichterte und die Hindernisse beseitigte, welche dem Wirksamwerden der Suggestion noch im Wege standen!

Macht man sich eine solche Vorstellung von der Sache, und eine andere scheint mir kaum möglich, wenn man überhaupt psychische Wirkungen mit in Betracht ziehen will, so ist es leicht einzusehen, dass sich der Werth der Elektricität in der Medicin damit noch bedeutend erhöht.

Es sind Versuche gemacht worden, die rein psychische Wirkung des elektrischen Stromes dadurch zu erweisen, dass man vorgab, einen schwachen, kaum fühlbaren Strom anzuwenden, in Wahrheit aber den Strom ganz ausschaltete und den Patienten ohne Elektricität elektrisirte. Die Berichte darüber stimmen wenig unter einander überein.

Die Verfechter der psychischen Wirkungen des elektrischen Stromes könnten nunmehr kommen und sagen, dass es für den Erfolg gleichgiltig ist, ob man sich einer genauen Stromdosirung befleissigt oder nicht. Alle namhaften Elektrotherapeuten stimmen darin überein, dass dies sicher nicht der Fall ist.

Es sind zwei Jahre verflossen, seitdem die vorstehenden Gedanken niedergeschrieben wurden. Inzwischen haben sich *die Elektrotherapeuten* bei Gelegenheit der elektrischen Aus-

stellung in Frankfurt a. M. auch über diese Frage ausgesprochen (Elektrotherapeutische Streitfragen. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Herausgegb. von Edinger, Laquer, Asch und Knoblauch.) und es hat sich gezeigt, dass Möbius mit seiner Idee, dass die therapeutische Wirkung der Elektricität auf Suggestion zurückzuführen ist, so gut wie allein steht.

Warten wir ab, welche Beiträge die nächsten Jahre zur Beantwortung dieser Frage bringen werden.

Physiologische und therapeutische Wirkungen der Elektricität auf die einzelnen Organe.

Methoden der Elektrisation derselben.

Die **äussere Haut** wird durch die Application der Elektricität jedesmal mehr oder weniger alterirt.

Legt man die gewöhnlichen durchfeuchteten Elektroden an, so entsteht bei Anwendung der Durchschnittsstromdichte nach sehr kurzer Zeit, welche Hautstellen man auch gewählt hat, das Gefühl eines leisen Brennens, welches auch nach Entfernung der Elektroden noch kurze Zeit andauert. Die betreffenden Hautstellen sind dann geröthet und die cutis anserina tritt deutlich hervor.

Grössere Stromdichten sowie metallische Elektroden können das anfängliche Brennen bald zum unerträglichen Schmerz steigern, eine Erscheinung, die unbeabsichtigt auch dann auftritt, wenn einmal aus dem schadhaft gewordenen Ueberzug der Elektrode eine metallische Ecke hervorguckt und mit der Haut in directe Berührung kommt. Dem lebhaften Schmerz folgt an der betr. Stelle eine elektrolytische Aetzung, die bis zur Verschorfung und Heilung einige Wochen gebraucht.

Um die Haut, als Organ des Gefühls, zu beeinflussen, was bei einer Reihe von Krankheiten indicirt ist, bedient man sich gewöhnlich des faradischen Stromes, *der mittels eines* Metallpinsels oder einer Metallbürste so *stark angewandt* wird, dass die darunter liegenden Muskeln

in leichte Zuckungen gerathen. Abgesehen von dem dadurch verursachten brennenden Schmerz vollziehen sich dabei locale- und Fernwirkungen.

Erstere bestehen in einer anfänglichen Anämie und einer späteren reactiven Hyperämie der Haut. Die Sensibilität wird dabei in der Weise verändert, dass einer Herabsetzung eine dauernde Erhöhung derselben folgt (daher die Anwendung des faradischen Pinsels zur Beseitigung von Haut-Anästhesien), wogegen andererseits die Schmerzempfindung herabgesetzt wird (daher auch der Gebrauch bei Hyperästhesien der Haut, z. B. bei Tabes).

Die Fernwirkungen vollziehen sich auf reflectorischem Wege. Nach Rumpf entsteht durch Hautfaradisation Hyperämie der contralateralen Hirnhemisphäre. Faradisation der Bauchhaut soll Abdominalplethora und Hirnanämie hervorbringen.

Die sensible Erregung der Haut, besonders der Präcordialgegend, ist eines der besten Mittel zur Behandlung schwerer Störungen der Circulation (z. B. nach diphtherischen Lähmungen), sodass Duchenne, der Urheber dieser Methode, auf den Gedanken kam, dass die präcordiale Zone mit dem Vagus in besonderer Reflexverbindung stehe. Auch bei schweren Respirationsstörungen (Kohlendunstasphyxie, Asphyxie der Neugeborenen) soll sich dies Mittel trefflich bewähren und zwar besonders die Faradisation des Rückens, welchen Duchenne als reflexogene Zone für die Bronchialmuskulatur auffasst.

Die Methode der Hautfaradisation besteht darin, dass man auf den zu behandelnden Stellen bei einem Strom der secundären Rolle in der erwähnten Stärke mit Pinsel oder Bürste hin und her streicht; beim Umkehren darf man nicht zu lange auf einer Stelle verweilen, um nicht zu starke Schmerzen zu verursachen. Um die Hautreizung noch intensiver zu machen, übt man die sogen. Hautgeisselung (Fustigation), indem man die Haut mit dem Pinsel schlägt, oder die sogen. elektrische Moxe, indem man den Pinsel mehrere Secunden lang auf einer Stelle ruhen lässt, was bei einigermassen starkem Strom stets wüthende Schmerzen macht.

Die Dauer der Pinselung auf einer begrenzten Stelle soll $^1/_2$ bis 2 Minuten betragen, unter Umständen so lange, bis Röthung der Haut erfolgt; in sehr alten Fällen wiederholt man die gleiche Procedur mit kleinen Pausen 3 bis 5 mal.

Zu erwähnen ist auch noch die als milder Hautreiz dienende Application der elektrischen Hand: die eine Elektrode sitzt am Körper des Patienten, die andere befestigt sich der Arzt am Handgelenk der linken Hand — mit der rechten regulirt er den Strom — und bestreicht mit den trockenen oder befeuchteten Fingern die betreffenden Hautstellen. Insbesondere ist diese Art der Hautfaradisation an Gesicht und Kopf zu verwerthen, jedoch beachte man, dass dieselbe Hirnanämie hervorruft. (C. W. Müller.)

Wo es sich um hartnäckige Hautanästhesien handelt, verwendet man auch mit Vortheil den Funkenstrom der Influenzmaschine: der — Pol ist mit der Isolirplatte verbunden, auf welcher der Patient Platz nimmt. Der + Pol führt zu dem Elektrodengriff, auf welchen die Spitzenelektrode oder die Knopfelektrode (mit letzterer erzielt man intensivere Wirkungen) aufgeschraubt ist. Nachdem die Conductorkugeln von einander entfernt sind, lässt man in einer Entfernung von $^1/_2$ bis 3 cm $^1/_2$ bis 3 Minuten lang Funken auf die anästhetische Körperstelle überspringen (vgl. S. 248 ff.).

Die **peripheren Nerven und die Muskeln** werden bei jeder Methode ihrer elektrischen Behandlung gleichzeitig beeinflusst.

Die gebräuchlichen Methoden sind folgende:

1) Labile galvanische Behandlung. Indifferente Elektrode (Anode) von 50 bis 100 cm² Querschnitt auf dem Nervenplexus — differente Elektrode (Kathode) von 20 bis 30 cm² labil über Nerven und Muskeln herübergeführt, sodass jede Stelle etwa 10 mal mit dem Strom in Berührung kommt. $D = {}^1/_{30}$ bis $^1/_5$, Dauer der Sitzung für einen Arm 1 bis 2, für ein Bein 2 bis 3 Minuten (Indication: bei Lähmungen und lähmungsartigen Zuständen peripherer Natur).
2) *Stabile* galvanische Behandlung. Beide Elek-

troden von gleicher Grösse, 20 bis 50 cm^2, Anode auf dem Plexus oder einer etwa auf Druck schmerzhaften Stelle der Wirbelsäule, Kathode stationsweise 2 bis 3 mal im Verlauf des Nerven. Normalstromdichte. Dauer jeder Station $^1/_2$ bis 1 Minute, nur ausnahmsweise mehr (Indication: bei schmerzhaften Affectionen, Neuralgien u. s. w.).

3) Labile galvanische Behandlung in Verbindung mit mehr oder weniger häufig (3 bis 10 mal) während der Sitzung ausgeführten Stromschliessungen der Kathode und Stromwendungen (indicirt bei Drucklähmungen zur Durchbrechung der Leitungshemmung, sowie bei alten torpiden peripheren Lähmungen).

4) Labile faradische Behandlung. Ausführung wie bei 1), nur mit dem Unterschiede, dass hierbei leichte directe und indirecte Muskelzuckungen eintreten dürfen, die bei der galvanischen labilen Behandlung durchaus zu vermeiden sind (indicirt bei Muskelatrophien nach Brüchen, Gelenkerkrankungen u. s. w., Typus der allgemeinen Faradisation).

5) Schwellende faradische Ströme. (Frommhold.) Grosse Elektrode von 100 cm^2 auf indifferenter Stelle — sehr gut eignet sich auch dazu der Bauch —; die andere Elektrode von 20 cm^2 steht stabil auf einem Muskel (seltener auf einem motorischen Nervenpunkt). Der anfangs ganz schwache Strom wird durch Heraufschieben der secundären Spirale bis zur äussersten Contraction des Muskels verstärkt und dann wieder abgeschwächt. Die Procedur wiederholt sich an jeder Stelle 10 bis 20 mal und die ganze Sitzung dauert je nach der Ausdehnung der Affection über wenig oder viele Muskeln 3 bis 10 Minuten. Indication vorzugsweise bei rheumatischen Muskelaffectionen.

6) Galvanofaradisation. Die stationären Apparate haben eine Einrichtung zur Combination des galvanischen mit dem faradischen Strom. Beide Ströme sind durch dieselben Elektroden gleichzeitig auf den Körper zu übertragen; jeder Strom wird so *stark bemessen*, wie er einzeln angewandt werden

müsste; die gemeinsame Wirkung besteht in der Combination beider Wirkungen. Eine Indication liegt für die Anwendung der Galvanofaradisation vor: 1) „um sehr energische Wirkungen zu erzielen, z. B. bei Inactivitätssteifigkeiten, Paresen und Atrophien nach Contentivverbänden, Frakturen u. s. w., aber auch bei torpiden Gelenkaffectionen“ (E. Remak), 2) — und hier sehr zu empfehlen — zur Beeinflussung von Magen und Darm z. B. bei chronischer Obstipation (Erb, de Watteville). In letzterem Falle setzt man entweder zwei grosse Elektroden von 100 cm^2 auf Leib und Rücken oder in beide Weichen, oder eine grosse Elektrode auf den Bauch und benutzt als zweite die Mastdarmelektrode. Galvanischer Strom bis 20 MA, faradischer Strom so stark, dass lebhafte Zuckungen im sphincter ani und der Bauchmusculatur entstehen.

Für die Galvanofaradisation der Muskeln und Nerven gelten die für Anwendung jeder der Stromesarten aufgestellten Bedingungen.

Mittels des Franklin'schen Stromes wirkt man direct auf Nerven und Muskeln in dreifacher Form:

7) mit dem Funkenstrom,
8) mit der dunklen Entladung,
9) mit dem Büschel- oder Spitzenstrom.

Ueber diese Methoden finden sich die näheren Angaben auf S. 248 ff.

Bei einer jedem Falle individuell angepassten Methode zeigt sich ein günstiger Einfluss der Elektricität auf Nerven und Muskeln, sei es nun, dass diese direct — sagen wir ihre trophische Wirkung geltend macht, sei es, dass die Muskeln indirect durch die elektrische Anregung ihrer physiologischen Leistungen, durch die Contractionen aus einem krankhaften in einen normalen Zustand übergeführt werden. Auch eine dritte Möglichkeit muss noch in Betracht gezogen werden. Niemals sind Reflexwirkungen unter Vermittelung der Centralorgane auszuschliessen, wenn die sensiblen Nerven der peripheren Organe in Reizzustände versetzt werden. Theoretisch darf man sich den Reflex übergehend denken auf die sensiblen oder die motorischen oder

die vasomotorischen und trophischen Nerven, auch auf alle Nerven, welche gewisse coordinatorische Functionen haben, wie diejenigen, welche der Respiration und Digestion vorstehen, schliesslich sind auch Reflexwirkungen auf die Psyche in gutem oder schlechtem Sinne mit den heutigen Vorstellungen über den Mechanismus der Reflexe durchaus vereinbar (vgl. S. 225).

Es wird sehr schwer sein, in jedem Falle die einzelnen der vorstehenden Wirkungen mit Sicherheit herauszufinden und auseinanderzuhalten. Wie oft mögen sich alle zu dem Gesammtbild des Heilerfolges vereinigen!

Jedenfalls ist es eine Thatsache, dass ein Nerv, welcher durch traumatische, rheumatische oder toxische Einflüsse seine Leistungsfähigkeit eingebüsst hat, sehr viel schneller durch eine zweckmässige elektrische Behandlung wieder hergestellt wird, als wenn er sich selber überlassen bleibt oder mit andern Mitteln behandelt wird.

Wir kennen genau den Vorgang der Regeneration bei einem zur Heilung zurückkehrenden Nerven (vgl. S. **184** ff.); die innere Ursache der Anregung derselben durch den elektrischen Strom ist uns, wie gesagt, unbekannt.

Ein gleiches gilt von den Erkrankungen der sensiblen Nerven, die sich besonders durch Schmerzen (Neuralgien) äussern.

Von der grössten Wichtigkeit ist es in jedem Falle, Sitz und Art des Krankheitsheerdes genau festzustellen.

Der heilsame Einfluss der Elektricität auf ermüdete, atrophische und gelähmte Muskeln wird wohl hauptsächlich in den durch dieselbe ausgelösten Contractionen zu suchen sein, welche einen anstrengenden Willensreiz der nervösen Centralorgane nicht erfordern. Gerade das letztere Moment scheint von besonderer Wichtigkeit, dass die elektrische Contraction passiv vor sich geht und dennoch die gleichen Vorgänge im Muskel auslöst, welche die Physiologen am thätigen Muskel beobachtet haben. Dafür spricht wenigstens eine grosse Reihe von Erfahrungen.

Die Ermüdung und Functionsunfähigkeit eines *Muskels scheint* auf einem zeitweisen Zurückbleiben

der restitutiven Processe hinter dem functionellen Verbrauch zu beruhen. (Hermann.)

Verbraucht wird bei der Muskelthätigkeit, soweit unsere Kenntniss reicht, von den krafterzeugenden Stoffen vorzugsweise eine stickstofflose Substanz (vielleicht Glycogen). Um diese wieder und immer wieder zu ersetzen, ist, wie experimentell nachgewiesen, arterielles Blut erforderlich, welches bei der Muskelthätigkeit in vermehrter Menge geliefert wird. Andrerseits ist es erwiesen, dass elektrische Muskelcontractionen von einer Erweiterung der Blutgefässe begleitet sind (Ludwig und Szelkow). Die damit verbundene regere Blutcirculation im Muskel ahmt wiederum den Vorgang beim thätigen Muskel nach, nämlich eine vermehrte Sauerstoffaufnahme und Kohlensäurebildung; auch wird dieselbe die Abfuhr der durch die Thätigkeit der Muskeln entstehenden Umsetzungsproducte wie Kreatin, Kreatinin, Milchsäure u. s. w. begünstigen.

Der electrisch contrahirte Muskel ist ebenso wie der thätige Muskel durch eine vermehrte Wärmeproduction ausgezeichnet (Becquerel, Breschet, Helmholtz, Heidenhain, Fick), eine Thatsache, die um so schwerer in's Gewicht fällt, als der Muskel als die Hauptproductionsstätte der Wärme für den Organismus angesehen werden muss (Fick).

Die die elektrische Muskelcontraction begleitende Hyperämie scheint also das Hauptmoment zu sein, worauf es besonders ankommt. Wenn diese Annahme richtig ist, so gewinnt auch die Behandlung ermüdeter und geschwächter Muskeln durch den constanten Strom an Bedeutung, auch wenn dadurch keine Zuckungen hervorgerufen werden. Und die Einwirkung desselben auf die Gefässe ist bereits von R. Remak durch vielseitige Erfahrungen sicher gestellt worden.

Auch die **inneren musculösen Organe** werden von dem elektrischen Strom beeinflusst.

Betreffs des **Herzens** ist es interessant, die einschlägigen Versuche von v. Ziemssen zu kennen, der bei einer Frau, bei welcher infolge von Resection eines grossen

Theils der vorderen Brustwand das Herz vorlag, die Reaction desselben prüfen konnte. Das Herz soll sich selbst für die stärksten Inductionsströme als unerregbar erweisen, wogegen es für den galvanischen Strom die Zuckungsformel des quergestreiften Muskels beibehält.

Magen und **Darm** sind dem elektrischen Strom sehr wohl zugänglich und reagiren darauf durch peristaltische Bewegungen; ein gleiches gilt von **Harnröhre** und **Blase**, sowie vom **Uterus.**

Die betreffenden Elektrisations-Methoden werden im speciellen Theil ausführlich beschrieben werden.

Dass das **Gehirn** ebenso wie das **Rückenmark** trotz ihrer festen knöchernen Umhüllungen von dem elektrischen Strom, wie er zu ärztlichen Applicationen üblich ist, getroffen werden, ist sowohl experimentell nachgewiesen, als auch durch therapeutische Erfahrungen ausser Zweifel gestellt.

Die gebräuchlichsten Methoden für die Galvanisation des Gehirns sind folgende:

1) Längsdurchströmung vom Nacken (Nackenelektrode) zur Stirn (grosse Platte von 50 cm^2), Stromdichte $^1/_{30}$ bis $^1/_{20}$, Stellung von An. und Ka. von keiner besonderen Bedeutung, stabil, Ein- und Ausschleichen des Stromes von grösster Wichtigkeit.

2) Querdurchströmung.

a. Durch die Schläfenbeine,

b. durch die Schuppen der Felsenbeine

gleiche Stromdichte, Elektroden von 50 cm^2, stabil, Ein- und Ausschleichen des Stromes. Bei a. wird besonders das Stirnhirn, bei b. einerseits die Umgebung der Sylvi'schen Furche, andrerseits die medulla oblongata getroffen.

Die behandelten Stellen der Kopfhaut eignen sich wenig zur Application der Elektroden, indessen ist dieselbe nach gehöriger Anfeuchtung der Haare in geeigneten Fällen z. B. zur Beeinflussung der Centralwindungen sehr wohl möglich.

3) Unzweifelhaft bilden beide Augenhöhlen mit ihrem sehr gut leitenden Inhalt und den dünnen, sie umgebenden Knochenlamellen einen guten Eingangspunkt nach dem Schädelinnern; eine Methode der Gehirngalvanisation beruht

sogar hauptsächlich darauf (Neftel): An. stabil zuerst auf dem einen, dann auf dem andern Auge, dann stabil in beiden fossae auriculae mastoideae, dann labil über Stirn und Schläfen; jede Procedur dann mit der Ka. zu wiederholen, 4—10 und mehr Elemente, 4—7 Minuten.

Abgesehen davon, dass die labile Galvanisation des Gehirns auch mit schwächeren Strömen nicht so gut vertragen wird wie die stabile, so muss man sich auch darüber klar sein, dass bei Ansetzung der zweiten Elektrode im Nacken der Strom die Gehirnbasis höchstens streifen kann und nicht jenes Grundgesetz erfüllt, wonach der zu beeinflussende Theil in die Mitte zwischen beide Elektroden genommen werden soll.

4) Der faradische Strom wird verhältnissmässig selten in Anwendung gezogen; wenn er einer Beeinflussung des Gehirns fähig ist, so dürfte dieselbe stets auf Reflexwirkungen zurückzuführen sein. Angewandt wird eventuell die elektrische Hand direct auf dem Schädel oder der elektrische Pinsel, mit welchen entweder die Haut des Nackens allein oder der ganze Körper bestrichen wird.

5) a. Das elektrische Bad und b. die elektrische Kopfdouche des Franklin'schen Stromes. (S. 252 ff.)

Besonders bei der Galvanisation des Gehirns pflegen sich zuweilen subjective Nebenerscheinungen einzustellen, mit denen man vertraut sein muss, falls man den einen oder andern Patienten darüber klagen hört.

Abgesehen von den meist geringen brennenden Gefühlen der Haut treten häufig Gesichts- und Geschmacksempfindungen auf, die durch Stromschleifen auf die betreffenden sehr leicht erregbaren Organe hervorgerufen werden. Nicht selten kann man auch beobachten, dass Personen unter dem Einfluss des galvanischen Stromes von Schwindel befallen werden, der sich bald nur subjectiv in Scheinbewegung der Objecte, bald auch objectiv in Körperschwankungen äussert. Soweit die Erfahrung heute reicht, scheint derselbe besonders bei heftigen Stromschwankungen, bei sehr grossen Stromdichten und bei gewissen Polstellungen aufzutreten. Längs- und

Querleitung des Stromes durch das Gehirn sind selten von Schwindel begleitet; dagegen tritt er leicht auf, sobald die Pole schief stehen, z. B. der eine im Nacken, der andere in der fossa auriculo-mastoidea, also bei Schrägdurchströmung des Gehirns; von andern wiederum ist beobachtet worden, dass der Schwindel um so leichter auftritt, je mehr die Verbindungslinie der Pole von dem Sagittaldurchschnitt des Schädels abweicht.

Ueber die Ursachen des galvanischen Schwindels sind manche Hypothesen aufgestellt worden: Hitzig vermuthet eine Beeinflussung des Gleichgewichtsorgans, das er in das Kleinhirn verlegt, andrerseits giebt er Löwenfeld auch eine Erregung der vasomotorischen Nerven zu. Erb nimmt paarige Gleichgewichtsorgane an; werden dieselben ungleich erregt, so tritt das Gefühl des Schwindels und des Schwanken ein.

Auch Uebelkeit, Betäubung, Erbrechen sind als Folgen der Gehirngalvanisation beobachtet worden.

Die Literatur berichtet noch von vielen andern unbeabsichtigten Wirkungen der Gehirngalvanisation, die zum Theil ungeheuerlich und schreckenerregend sind. Wir wissen heutzutage, dass dieselben entweder auf falschen Beobachtungen und Deutungen beruhen, oder dass sie durch Missbrauch der Elektricität hervorgerufen sind und können in der Erwartung, dass die hier gegebenen Regeln strict befolgt werden, ihre Aufzählung vermeiden.

Hier tritt noch einmal die Frage an uns heran: wie wirkt der elektrische Strom auf das Gehirn? — Wenn wir darauf auch mit einem schlichten „nescimus" antworten, so müssen wir uns doch über die Versuche unterrichten, welche zur Aufklärung dieser dunklen Frage unternommen worden sind.

Ein Einblick in die Thätigkeit von Nerven und Ganglienzellen ist unserm Auge verschlossen. Kein Wunder, dass die Beobachtung sich der Thätigkeit der Gefässe zuwandte, an denen man wenigstens einen Wechsel in der Blutcirculation, des Blutdrucks u. s. w. sehen und messen kann, und dass *man infolge dessen* gerade den Gefässen eine besondere

Betheiligung an den durch die Galvanisation im Gehirn erzeugten Vorgängen zuschrieb.

Vorzugsweise sind da die Versuche von Löwenfeld an trepanirten Kaninchen zu nennen (1881), der zu folgenden späterhin bald bestätigten, bald bestrittenen Resultaten kam:

Bei querer Durchleitung des Stromes erfolgte auf der Seite der An. Erweiterung, auf Seite der Ka. Verengerung der Piaarterien. Bei Längsdurchleitung des aufsteigenden Stromes (An. Nacken — Ka. Stirn) fand regelmässig Erweiterung, des absteigenden Stromes nicht so sicher Verengerung der Arterien statt. Die Ursache dieser Erscheinung wurde in einer Reizung der vasomotorischen Centren der medulla oblongata vermuthet.

Praktische Consequenzen hat diese Thatsache nur dann, wenn man mit Sicherheit das Vorhandensein einer örtlichen Hyperämie oder Anämie feststellen kann, was freilich auf erhebliche diagnostische Schwierigkeiten stossen dürfte.

Im wesentlichen beruht die Ausübung der Galvanisation des Gehirns auf der klinischen Erfahrung, die täglich um neue Beispiele guter Erfolge bereichert wird.

Erfahrungsgemäss wird die Gehirngalvanisation mit Erfolg angewandt bei der Neurasthenia cerebralis und bei einer Reihe organischer Gehirnkrankheiten, theils um auf die Grundursache der Krankheit zu wirken, wie bei Blutergüssen und Entzündungsprocessen in Hirn und Hirnhäuten, theils nur symptomatisch, um z. B. Kopfdruck, Kopfschmerzen, neuralgiforme Schmerzen u. s. w., wie sie sich z. B. bei Gehirntumoren einstellen, zu mindern oder zu beseitigen. Eine vielseitige Erfahrung bürgt dafür, dass es der Mühe werth ist, die Anwendung der Elektricität in solchen Fällen zu versuchen, ja, dass es nicht unberechtigt ist, dieselbe allen andern Mitteln vorzuziehen.

Bei der Galvanisation des **Rückenmarks** sind die gebräuchlichsten Methoden folgende:

1) Stabile stationsweise Querdurchströmung. Die indifferente Elektrode von 70 cm² steht auf der Brust *oder dem* Bauch oder dem Armplexus ober- oder unter*halb* des Schlüsselbeins, oder „am Halse“ (cf. S. 238),

über dem foramen ischiadicum, über dem nerv. cruralis bei seiner Austrittsstelle aus dem Becken, oder an seiner Umschlagsstelle am Oberschenkel, oder schliesslich in der Kniekehle — die differente Elektrode von 70 cm^2 wird in zwei oder drei Stationen der Wirbelsäule aufgesetzt, z. B. *a.* über der Halsanschwellung, *b.* in der Mitte der Brustwirbelsäule und *c.* über der Lendenanschwellung, während die andere Elektrode entweder während aller Stationen stabil bleibt oder nach einem der vorhin bezeichneten Punkte wandert. Wahl von Anode oder Kathode gleichgiltig, jedoch erstere für schmerzhafte Stellen bevorzugt. Dauer jeder Station 1 Minute. Stromdichte $^1/_{20}$, wobei zu bemerken, dass z. B. von R. Remak der Schätzung nach erheblich grössere Stromdichten (bis $^1/_5$ vielleicht) in Anwendung gezogen sind. Unerlässlich ist das ein- und ausschleichen des Stromes. Nur in besonderen Fällen sind Stromwendungen erlaubt. Bei jeder Station können nach vorsichtigem Ausschleichen durch eine Wendung die Pole vertauscht werden, sodass jede Elektrode $^1/_2$ Minute lang Anode ist und die andere $^1/_2$ Minute Kathode.

Diese Methode verdient vor allen später zu erwähnenden im allgemeinen den Vorzug, da bei derselben der locus morbi am intensivsten, bei guter Diagnose auch am sichersten getroffen wird, und weil die stabile Galvanisation des Rückenmarks sich am zweckmässigsten erwiesen hat.

2) Stabile stationsweise Längsdurchströmung. Die eine Elektrode bleibt stabil am Nacken, bezw. auf der Halsanschwellung, während die andere wandert und unter den gleichen Bedingungen wie bei 1 stationsweise über der Lendenanschwellung und den betreffenden Stellen des Brustmarks aufgesetzt wird. Die Einwirkung beschränkt sich also auf das Rückenmark selbst; die unmittelbare Beeinflussung der Nervenstämme u. s. w. kommt dabei in Fortfall.

3) Reflectorische Einwirkung durch faradische *Pinselung* des Rückens und der Extremitäten.

Die Methode, welche sich bei jenen Formen der Tabes mit vorzugsweise sensiblen Störungen bewährt hat, ist nach Rumpf (Die syphilitischen Erkrankungen des Nervensystems, Wiesbaden 1887) kurz folgende:

Die indifferente Elektrode des Inductionsstromes wird dem sternum aufgesetzt, der andere Pol wird mit der Bürste oder dem Pinsel armirt und jede Stelle des Rückens und der ergriffenen Extremitäten so lange damit bearbeitet, bis eine leichte Röthung der Haut auftritt. Die Procedur wird an jeder Stelle nach kurzer Pause wiederholt. Der Strom wird so stark gewählt, dass eine „kräftige Empfindung“, ein Gefühl, welches zwischen einfacher Empfindung und Schmerz die Mitte hält, die Pinselung begleitet.

Abgesehen von der reflectorischen Einwirkung auf die Centralorgane hat der faradische Pinsel noch zwei andere Eigenschaften: er wirkt schmerzstillend und erhöht die Sensibilität der Haut.

4) Büschelstrom des Franklin'schen Stromes (vgl. S. 248).

Der innere Vorgang im Rückenmark unter den verschiedenen elektrischen Einwirkungen ist auch hier wieder unbekannt. Nach den Untersuchungen von Löwenfeld an Thieren, denen der Wirbelcanal eröffnet war, soll bei absteigenden Strömen und bei Querdurchströmung Erweiterung, bei aufsteigenden Strömen Verengerung der Piagefässe stattfinden.

Einzelne besonders hervorzuhebende Methoden und deren physiologische und therapeutische Wirkungen.

Die Galvanisation am Halse.

Die präcise Indication für die eine oder andere Polstellung wird auch dem trefflichsten Diagnostiker nur selten gelingen. Verlassen wir uns vorläufig auf eine gesunde Empirie!

Die Methode ist diese:

Während die indifferente Elektrode von 50 cm² auf dem sternum, in der Herz- oder Magengegend, oder über der Lendenanschwellung des Rückenmarks ihren Platz findet, wird die differente Elektrode folgendermassen verwandt: entweder mit einer runden Elektrode von 20 cm² Querschnitt über der Stelle, welche oben vom processus mastoideus, vorn oben vom Ansatz der Ohrmuschel und vorn vom Winkel des Unterkiefers begrenzt wird („Regio mastoidea") und unter welcher das ganglion supremum des Grenzstranges des Halssympathicus zu finden ist, — oder mit einem Querschnitt von 20 cm² im Rechteck von 10 cm Länge und 2 cm Breite in der Richtung der Carotis am vordern Rand des Sternocleidomastoideus, unter und neben welchem der Grenzstrang des Halssympathicus zu verlaufen pflegt. Stellung von Anode und Kathode beliebig. Stromdichte im Durchschnitt $^1/_{20}$, Dauer der Application auf jeder Seite im allgemeinen $^1/_2$ bis 1 Minute. Wenn die eine Seite als die kranke sicher constatirt ist, so wird nur an dieser elektrisirt.

Die Erfolge, welche mit dieser Methode seit ihrer Einführung durch R. Remak erzielt sind, werden vermuthlich einer Einwirkung auf die Centren vasomotorischer und trophischer Nerven verdankt oder wenigstens auf Ausläufer, die mit denselben in nächster Beziehung stehen (indirecte katalytische Wirkung, R. Remak). Jedoch ist es nicht sicher erwiesen, dass die Beeinflussung des Sympathicus dabei eine Rolle spielt, denn die experimentellen Versuche, welche dies beweisen sollen, können ohne jeden Zwang auch anders erklärt werden; und überdies sind es so einflussreiche Organe und Nerven, welche bei der Galvanisation am Halse mit getroffen werden können: Vagus, die Nervenwurzeln, Medulla und Medulla oblongata, dass es im Einzelfalle nicht entschieden werden kann, von welcher Quelle die heilsame Wirkung herrührt.

Daher ist es jedenfalls zweckmässig, die althergebrachte Bezeichnung: „Galvanisation des Sympathicus" (R. Remak, Benedikt u. a.) mit der weniger sagenden: Galvanisation am Halse bis auf weiteres zu vertauschen.

Die Erfahrung lehrt, dass die Galvanisation am Halse bei einer grossen Anzahl functioneller und organischer Erkrankungen mit Vortheil angewandt wird, theils allein für sich, theils zusammen mit der Behandlung in loco morbi. Empfohlen wird dieselbe nach einer Zusammenstellung von R. Remak (Elektrotherapie in Eulenburg's Realencyclopädie) von den verschiedensten Autoren bei cerebralen, basalen und bulbären Hemiplegien, Augenmuskellähmungen, Neuroretinitis und Retinitis optica retrobulbaris, Facialiskrampf, Hemicranie, Epilepsie, Morbus Basedowii, progressiver Muskelatrophie und Bleilähmung, Arthritis deformans, Sclerodermie, Prurigo, Eczem, Acne.

Manche dieser Empfehlungen sind jedenfalls mit Vorsicht aufzunehmen.

Die centrale Galvanisation.

Unter diesem Namen versteht man zweckmässig eine Combination derjenigen Methoden, welche für die Behandlung des Gehirns, des Rückenmarks und am Halse angegeben worden sind und kann dieselbe anwenden bei ausgedehnten organischen oder functionellen Erkrankungen, bei welchen das gesammte Centralnervensystem einer Beeinflussung bedarf.

Der Name der Methode stammt von Beard und Rockwell (Väter nannte sie pancentrale Galvanisation) in ihrer ursprünglichen Form war sie eine vorzugsweise labile Behandlung des Centralnervensystems und wurde folgendermassen ausgeübt:

Die Kathode wird als grosse Elektrode 100 cm² stabil auf das Hypogastrium gesetzt, während die Anode (30 cm²) über dem Schädel, der Wirbelsäule und am Halse verschoben wird, sodass sie der Reihe nach hingleitet: über die Stirn, die Kuppe des Schädeldachs, das Hinterhaupt, die Fossae auriculo-maxillares, über den Hals am innern Rand des Kopfnickers zu den Fossae supraclaviculares zurück nach hinten zu der Gegend des 5.—7. Halswirbels (Centrum ciliospinale), sodann einige Male längs der Wirbelsäule auf- und abwärts. An den wichtigsten der genannten Stellen wird die Elektrode einige Secunden stabil gehalten

Dauer der Sitzung 10 bis 15 Minuten. Geringe Stromdichten, die für jeden Ort anders bestimmt und demnach häufig gewechselt werden müssen.

Diese Methode, welche als in combinirten localisirten Einwirkungen des galvanischen Stromes bestehend aufgefasst werden muss, unterscheidet sich von der Methode der allgemeinen Galvanisation (R. Väter) nur dadurch, dass die unmittelbare Beeinflussung mittels der Anode auch noch auf die Extremitäten ausgedehnt wird, an welcher die Nervenstämme eine besondere Berücksichtigung erfahren. Stein wendet die abgekürzte allgemeine Galvanisation nur bei „ausgesprochener Spinalirritation“ an. Wenn man sich zu ihrer Anwendung entschliesst, so sei man mit Stromdichte und Sitzungsdauer vorsichtig und steigere beide ganz allmählich im Verlauf der Behandlung. Ungünstige Erscheinungen beziehe man lieber auf nicht zusagende Wirkung der Elektricität.

Thatsächlich ist die allgemeine Galvanisation durchaus entbehrlich und wird vollkommen ersetzt durch eine für Erkrankungen allgemeiner Natur viel zweckmässigere Behandlung, die

Allgemeine Faradisation.

Die eine Elektrode, gleichgiltig welche, wird als grosse Kupferplatte unter das entkleidete Gesäss gelegt (Beard und Rockwell) oder mit einem Fussbade in Verbindung gesetzt (Benedikt), oder schliesslich am einfachsten in Form einer an eine Holzplatte befestigten Elektrode von 100 cm^2 dem Kreuzbein angelegt und mit diesem an die Stuhllehne angepresst. Als andere Elektrode dient am besten eine runde Platte von 20 oder 30 cm^2, welche auf dem Kugelgriff (nach Erb) festgeschraubt ist, oder Pinsel oder Bürste; weniger gut ist die elektrische Massirrolle. Der Oberkörper des Patienten ist entkleidet. Die wohldurchfeuchtete Elektrode wird der Mitte der Beugeseite des Unterarms aufgesetzt und der Strom so lange verstärkt, bis eine leichte Zuckung der Flexoren auftritt. Diese Strom-

stärke ist die für den Arm brauchbare. Dann wird der ganze Arm in grossen Zügen unter ziemlich festem Andrücken der Elektrode zwei Minuten lang so bestrichen, dass jede Stelle des Armes eine Berührung mit der Elektrode erfährt. Die Muskeln gerathen dabei in leichte Zuckungen. Es folgt dieselbe Procedur mit dem andern Arm.

Am Halse, der nunmehr herankommt, muss die Stromstärke geringer sein; nachdem die secundäre Spirale ganz zurückgezogen, wird sie unter Aufsetzen der Elektrode auf dem Sternocleido-mastoideus soweit wieder vorgeschoben, bis eine leichte Zuckung erfolgt. Mit dieser Stromstärke werden dann beide Seiten des Halses je eine Minute lang labil behandelt; die einzelnen Striche müssen lang sein und gehen von der Fossa auriculo-mastoidea zum Schlüsselbein und umgekehrt, zu beiden Seiten des Kehlkopfs vom Kinn bis zum sternum und auf dem Musc. cucullaris hin und her.

Die Art und Weise der labilen Behandlung der übrigen Körpertheile ist, abgesehen von den geringen Aenderungen, welche die Localität erfordert, die gleiche. Auf Brust, Rücken und Bauch, besonders auf dem letzteren, kann man den Druck mit der Elektrode erheblich verstärken, während man am Halse sehr zart verfahren und für Arme und Beine einen mittleren Druck anwenden muss.

Auf der Brust, deren Behandlung jetzt an die Reihe kommt, dient der pectoralis maior, auf dem Bauch der rectus abdominis als Prüfstein für die erforderliche Stromstärke. Erstere ist der bei den Armen zu verwendenden nahezu gleich, letztere kann erheblich grösser sein. Der Rücken wird mit der gleichen Stromintensität wie der Bauch behandelt, für die Beine, welche bis zum Fussgelenk behandelt werden, wird dieselbe ein wenig herabgemindert.

Brust, Rücken, Bauch und Beine erfordern je drei Minuten für ihre Faradisation, sodass mit den vier Minuten für beide Arme und den zwei Minuten für den Hals die ganze Sitzung 18 Minuten erfordert. Man thut jedoch gut, die erste Sitzung niemals über 10 Minuten auszudehnen, indem man also an jedem Körpertheil ungefähr eine Minute abzieht, oder die Behandlung nur auf den Oberkörper beschränkt.

Diese Methode hat sich mir jedesmal, wenn ich sie mit guter Indication angewandt, vortrefflich bewährt.

Will man, wie bei den ältern Methoden (Beard und Rockwell und Väter) auch noch den Kopf in die Behandlung einschliessen, so geschieht dies am besten mit der elektrischen Hand (s. S. 228), mit welcher man nacheinander — auf eine pedantische Reihenfolge ist wenig Werth zu legen — alle Stellen des Kopfes und Gesichtes in Berührung bringt. Man hat sich davor zu hüten, dass man den Patienten nicht durch zu starke Ströme erschreckt; die Dauer der Beeinflussung des Kopfes darf nur eine kurze sein, zwei bis drei Minuten.

Ueber die Ursache der muthmasslichen Wirkungen und Erfolge einer solchen Behandlung gilt das gleiche, was vorhin über den innern Vorgang bei der localen Faradisation und Galvanisation der Muskeln gesagt ist (vgl. S. 228).

Diejenige Krankheit, bei welcher die allgemeine Faradisation fast als ein specifisches Heilmittel betrachtet werden kann, ist die Neurasthenie.

Beide Formen der Neurasthenie, der Neurasthenia cerebralis und spinalis, welche ja meist in ein einziges Krankheitsbild verschmelzen, gehen so häufig einher mit einer ausgesprochenen Schlaffheit der Haut und der Musculatur, — sei es nun, dass vernachlässigte Uebung beider Organe die Ursache dafür bildet, sei es, dass die functionelle Erkrankung des Centralnervensystems das primäre ist und eine trophische Störung der peripheren Organe die Folge davon.

Es ist schon vorhin auf die grosse Bedeutung aufmerksam gemacht worden, welche den Muskeln für den Stoffwechsel zukommt; eine nur wenig geringere beansprucht die Haut. Da darf es denn nach rein theoretischen Ueberlegungen nicht überraschen, dass durch Aufbesserung beider Organe eine Umgestaltung des ganzen Organismus erfolgt, welcher nunmehr im Stande ist, für Aufnahme von Nährstoffen und Ausscheidung der verbrauchten Stoffe besser zu arbeiten.

Die grosse Bedeutung der allgemeinen Faradisation für die Neurasthenie ist allgemein anerkannt, und in jedem

Lehrbuch und in jeder Special-Abhandlung über diese Neurose finden sich eine Anzahl von Fällen, die nach langer vergeblicher anderer Behandlung durch diese Methode geheilt worden sind.

Auch meiner Erfahrung entspricht dies vollkommen, und ich kann nichts mehr empfehlen in den Fällen allgemeiner Neurasthenie, als die allgemeine Faradisation. Es versteht sich von selbst, dass man dieselbe auch durch hydrotherapeutische Proceduren und durch medicamentöse Behandlung unterstützen kann.

Die Methode bewährt sich auch bei allen andern Neurosen, die mit einer Erschöpfung des Organismus einhergehen, wie dieselbe vorkommt bei Chorea, Epilepsie, Morbus Basedowii u. s. w., und nicht nur bei Neurosen, sondern auch nach andern Krankheiten, die zu einer schwer zu beseitigenden körperlichen und geistigen Erschöpfung geführt haben.

So beherrscht die allgemeine Faradisation therapeutisch ein weites Leidensgebiet. Schade nur, dass ihre Anwendung so viel Zeit in Anspruch nimmt! — sie würde sonst von jedem, der nur einmal die trefflichen Erfolge derselben gesehen hat, erheblich mehr geübt werden. Während indess der Arzt einen grossen Verlust an Zeit zu beklagen hat, so gewinnt der Patient umsomehr dadurch, dass er durch die Behandlung seinem Geschäft oder seinem Beruf nicht entzogen zu werden braucht.

Beobachtung 1.

September 1887. Herr Z . . . ., 22 Jahre, Kaufmann.

Seit 1882 an hysteroepileptischen Krämpfen leidend (die ausführliche Krankengeschichte findet sich in meiner Mittheilung im Neurologischen Centralblatt 1888, No. 11, 13 und 14) bot Pat. das Bild eines körperlich schwachen und kraftlosen Menschen: gross und schmal gebaut, mit dünnen Knochen, sehr engem Thorax, gelblich [illegible]ler Musculatur, bei der geringsten Muskelbewegung oder [illegible]ver Thätigkeit ermüdend, unfähig zu jeglicher Arbeit. [illegible] die hysteroepileptischen Krämpfe durch mehrere

Hypnotisirungen beseitigt worden waren, kam es darauf an, die Körperkraft zu heben. Dies wurde erzielt durch eine regelrechte Diät, durch regelmässige Gymnastik, vor allem aber durch eine während acht Wochen durchgeführte allgemeine Faradisation. Es war eine Freude zu sehen, wie jede Sitzung einen grossen Schritt weiter brachte. Im Oktober 1887 wog Patient 108 Pfund, am 24. März 1888 130 Pfund, hatte also in dieser Zeit 22 Pfund zugenommen.

Seit Januar 1888 ist Pat. mit einer kurzen — nicht durch Krankheit bedingten — Pause im Geschäfte thätig. Er hat einen schweren Dienst von täglich 12, 14 ja bis 16 Stunden als Buchhalter und Geschäftsführer.

Im Winter 1890 stellten sich schwere asthmatische Anfälle ein, die das Schlimmste befürchten liessen. Eine zweckmässige hydrotherapeutische Kur brachte den nunmehr bettlägerigen Patienten in vier Wochen wieder auf die Beine, und seitdem erfreut sich Herr Z. wieder der alten Arbeitskraft.

Beobachtung 2.

Mai 1890. Herr P . . . . ., 36 Jahre, Kaufmann.

Neurasthenie.

Kräftig gebauter aber pastös aussehender Mann mit weicher, miserabler Musculatur, fühlt sich kraftlos, ohne Energie, unlustig zu jeglicher Arbeit, angegriffen durch jede Erregung und jedes laute Geräusch; Nachts schläft er nur wenige Stunden und wacht ermattet des Morgens wieder auf.

Etwa 20 allgemeine Faradisationen im Verlauf von drei Monaten.

Nach den ersten zwei oder drei Faradisationen ist schon eine geringe Besserung eingetreten. Der vierten Faradisation folgt eine allgemeine Erschöpfung, von der sich Patient in etwa acht Tagen, in welchen nichts mit ihm vorgenommen wird, wieder erholt.

Nach dieser Zeit bekommen die Faradisationen ausgezeichnet, und Pat. fühlt sich ausserordentlich wohl, als er aus der Behandlung entlassen wird.

Vorher wird noch die Diät geregelt und regelmässige Gymnastik sowie regelmässige Waschungen und Bäder empfohlen.

Als Pat. zudem noch eine vierwöchentliche Badekur in Westerland durchgemacht hat, fühlt er sich wieder vollkommen gesund.

Juni 1891. Der Erfolg hat angehalten; Pat. hat die gegebenen Vorschriften befolgt und erfreut sich jetzt eines frischen gesunden Aussehens und einer festen kräftigen Musculatur. Nur in den letzten Wochen wird über Mattigkeit geklagt. Bevor Patient wieder an die Nordsee reiste, wurden noch einige allgemeine Faradisationen vorgenommen.

Beobachtung 3.

September 1889. Herr L . . . ., Zimmermeister, 49 Jahre. Neurasthenie.

Schwächlicher Herr mit schlechter Haut und Musculatur, verstörtem Gesichtsausdruck, Platz- und Strassenangst, allerhand Magenbeschwerden, Obstipation, Hämorrhoiden. 20 allgemeine Faradisationen im Verlauf von etwa drei Monaten. Sehr bald Besserung der Beschwerden, regelmässiger Stuhl ohne Abführmittel, Hämorrhoiden verschwunden. Arbeitskraft, die schon fast erloschen, beinahe wieder die alte.

Ein Jahr darauf stellen sich wieder einige der alten Beschwerden ein, die durch fünf allgemeine Faradisationen wieder beseitigt werden.

Beobachtung 4.

April 1889. Herr G . . . ., Maurermeister, 52 Jahre. Neurasthenie.

Seit längerer Zeit Anfälle von allgemeiner Unruhe, verbunden mit Röthung des Gesichts, meist bei der Mahlzeit. Pat. wird dadurch gezwungen, sich zu erheben und in einer kleinen Promenade Erleichterung zu suchen. Leicht erregbar, weich gestimmt; somatische Functionen in Ordnung.

12 allgemeine Faradisationen von je 8 bis 12 Minuten, zuerst dreimal hintereinander, späterhin mit Aus-

lassung eines und dann von zwei Tagen. Am Tage der letzten Faradisation war Pat. 16 Tage lang von den Anfällen verschont geblieben. Aufenthalt in Wiesbaden und an der See. Im September höre ich, dass es dem Pat. nach wie vor gut geht.

Beobachtung 5.

Oktober 1889. Herr R . . . ., Riga.

Epilepsie.

Grosser, schmächtiger, gracil gebauter junger Mann (20 Jahre) mit nachlässiger schlaffer Haltung, müdem, etwas stumpfem Blick, der sich nur beim Sprechen belebt, mit jämmerlicher Haut und Musculatur, sehr weiten Pupillen, häufigen Kopf- und Gliederschmerzen.

Die echt epileptischen Anfälle sind im 14. Lebensjahr zum ersten Mal aufgetreten und wiederholten sich — trotz aller erdenklichen Kuren und Arzneien — im Durchschnitt jeden dritten Tag.

Der Zustand war ein elender. Bromsalze wurden gar nicht mehr vertragen. Ohne Hilfe und Stütze eines Dieners konnte der junge Mann sich nicht auf der Strasse bewegen.

Nachdem ich jegliche innere Medikation auf's strengste untersagt, hielt ich es für meine Hauptaufgabe, die elende Haut und Musculatur zu kräftigen. Dies geschah durch eine allgemeine Faradisation, welche, etwa vier Wochen durchgeführt, das Allgemeinbefinden erheblich besserte.

Nach einer kurzen Pause, in welcher mit gelinden Wasseranwendungen und mit Gymnastik der erste schüchterne Versuch gemacht wurde, erfolgte eine nochmalige allgemeine Faradisation während etwa vier Wochen.

Späterhin wurde das Franklin'sche Bad gebraucht. Nach Verlauf eines Jahres wurde eine dritte allgemeine Faradisation, eine Kur von ebenfalls etwa vier Wochen, vorgenommen.

Das Gesammtresultat dieser Behandlung war dieses, dass sich die Körperkraft allmählich hob, die Musculatur wurde fester, die Lebensenergie erwachte wieder und Herr L. erwählte sich die Landwirthschaft als Beruf.

Schon im ersten Jahre der Behandlung wurden die epileptischen Anfälle seltener, sodass mitunter Pausen von vierzehn Tagen und drei Wochen auftraten. Bis zum vorigen Jahre, als ich zum letzten Mal von dem Herrn hörte, soll der gebesserte Zustand angehalten haben (Juni 1891).

Auch in andern Fällen von Epilepsie, denen ja sehr häufig ein allgemein neurasthenischer Zustand zu Grunde liegt, hat mir die allgemeine Faradisation zum Zweck der Hebung der Ernährungs- und Stoffwechselverhältnisse des Körpers vortreffliche Dienste geleistet. Dagegen muss ich vor jeglicher Anwendung des galvanischen Stromes am Kopf, auch in den kleinsten Dosen, jeden Kollegen warnen, der nicht über eine grosse Erfahrung und Uebung in der Elektrotherapie verfügt.

Locale stabile und labile Franklinisation.

a) Funkenstrom (Funken-Entladung, étincelles).
b) Büschelstrom (Spitzenstrom, elektrischer Wind, courant, souffle, aigrettes).
c) dunkle Entladung.

Sprechen wir vorläufig nur von a) und b).

Patient nimmt auf dem Isolirtisch Platz. Die Influenzmaschine wird bei geschlossenen Conductorkugeln in Gang gesetzt und, nachdem die Lichterscheinungen aufgetreten, an den Saugkämmen der + (Glimmlicht) und — Pol (Büschellicht) festgestellt. Der — Pol wird durch den Leitungskabel mit dem Isolirtisch verbunden. Der am + Pol hängende Kabel führt zu dem langen isolirenden Ebonitgriff, an welchem zur Anwendung des Funkenstromes die Knopfelektrode, für den Büschelstrom die Kranz- und Spitzenelektrode festgeschraubt ist.

Während der Arzt den Ebonitgriff in der einen Hand weit vom Patienten entfernt hält, dreht er mit der andern an der die Conductorkugeln verstellenden Schraube, bis dieselben etwa 15 cm von einander entfernt stehen und keine *Funken mehr* zwischen ihnen überspringen können.

Nunmehr wird die Knopfelektrode dem kranken Körper-

theil des Patienten, der bei therapeutischer Franklinisation nur in Ausnahmefällen entblösst zu sein braucht, genähert. In einem Abstand von 10—20—30 cm Schlagweite, je nach der Intensität der Ladung in der Maschine, beginnen mit scharfem Knall die Funken auf den Körper überzuspringen, wenn man mit der Knopfelektrode arbeitet (Funkenstrom, Funkenentladung, étincelles). Entfernt man sie wieder über die Funkenschlagweite hinaus, so geht die Entladung in Form des Büschelstromes vor sich.

Die zweite Elektrode braucht auch gar nicht mit dem zweiten Pol der Influenzmaschine verbunden zu sein. Ladet man Isolirtisch und Patienten durch Verbindung mit einem der Pole, so kann man mit jedem guten Leiter, der mit dem grossen Elektricitätsreservoir „Erde“ in Verbindung steht, den Funken- oder Büschelstrom aus dem Patienten entlocken.

Der Arzt macht dies entweder in der Weise, dass er Finger oder Hand dem Patienten nähert, oder er bewaffnet die Hand mit einer metallischen Knopf- oder Kranzelektrode und entlockt so einen Funken- oder Büschelstrom, der ebenfalls durch seinen eignen Körper zur Erde geht.

Will der Arzt die Einschaltung des eignen Körpers in den Stromkreis vermeiden, so bedient er sich einer Elektrode mit Ebonitgriff, die mittels eines Kabels mit der Erde, einer Gas- oder Wasserleitung, die in der Nähe liegt, verbunden wird.

Im allgemeinen ist die Einwirkung des Franklin'schen Stromes auf den Patienten geringer, wenn der zweite Pol mit der Erde in leitender Verbindung steht; deshalb ist es zweckmässiger, sich immer zuerst dieser Methode für die therapeutische Anwendung des Franklin'schen Stromes zu bedienen.

Indicirt ist die Anwendung des Funkenstromes bei cutanen Anästhesien, besonders bei hysterischen und veralteten Formen, wo er einen mächtigen Reiz ausübt, wenn man 3—5 Minuten lang die Funken auf die Haut niederprasseln lässt. Gewöhnlich wechselt man sehr schnell den Standpunkt der Elektrode, indem man sie in gemessenem Abstand nahe an der Kleidung, die übrigens niemals von

diesen Funken geschädigt wird, hin- und herbewegt. Ist die Anästhesie sehr hartnäckig, so lässt man die Funken auf eine einzige Stelle so lange wirken, bis deutliche Empfindung des Kranken für die an sich ungemein schmerzhafte Application auftritt.

Man thut gut, den Patienten auf die sehr unangenehmen Empfindungen, welche der Funkenstrom auslöst, gefasst zu machen. Er muss auch gewarnt werden — bei dieser, wie bei allen andern Methoden der Franklinisation — in der Nähe seines Isolirtisches befindliche Gegenstände, die Leitungskabel u. s. w. anzufassen. Gute Leiter, wie Metalle, die menschliche Hand u. s. w. entladen bei ihrer Annäherung den Körper in Gestalt eines Funkenstromes, Halbleiter, wie Holz und Papier, locken nur einen höchstens in kleine Funken übergehenden Büschelstrom aus dem geladenen Körper hervor.

Der Funkenstrom ist auch ein mächtiges Erregungsmittel für die motorischen Nerven und die Muskeln. Lässt man den Funkenstrom auf irgend einen motorischen Punkt einwirken, so reagirt der zum Nerven gehörige Muskel bei jeder Entladung mit einer Zuckung, ähnlich der durch Kathodenschliessung des galvanischen Stromes ausgelösten. Dasselbe ist der Fall bei directer Reizung des Muskels. Die Zuckung ist normaler Weise prompt und blitzartig und auf das gereizte Gebiet beschränkt. (Ueber die Anwendung des Funkenstromes in der Elektrodiagnostik vgl. S. 164.)

Die Indicationen für den Funkenstrom bei Nerven- und Muskelerkrankungen sind noch nicht genau begrenzt. Gute Resultate sind bekannt geworden bei der Behandlung rheumatischer Muskelaffectionen, z. B. Lumbago, wobei jeder einzelne Muskel ein bis drei Minuten lang mit den Funken bearbeitet wird. Die damit verbundene, nicht unbeträchtliche mechanische Erschütterung mag wesentlich zum Erfolge beitragen.

Auch bei Inactivitätsatrophien, Gelenksteifigkeiten u. s. w. wird der Funkenstrom grosse Dienste leisten, wenn auch *die dadurch* verursachten Schmerzen vielfach die Patienten *widersetzlich* machen dürften.

Von Nervenkrankheiten sind es besonders die Neuralgien in den Extremitäten, bei denen Heilerfolge mit dem Funkenstrom erzielt sind, während die Trigeminusneuralgien besser mit dem Büschelstrom und nur seltnen Funkenentladungen behandelt werden. Am besten dürfte überall die combinirte Behandlung verwandt werden. Bei Ischias z. B. theile man die Sitzung und verwende die Hälfte der Zeit, 3 bis 5 Minuten, zur Application des Funken-, die andere Hälfte zur Application des Büschelstromes.

Die der Elektrode entfahrenden Funken sind um so grösser und wirken um so intensiver, je grösser der Elektrodenknopf gewählt wird; sie werden kleiner und von schwächerer Wirkung, wenn die Elektrode in eine Spitze ausläuft (Spitzenelektrode). Die Funken der letzteren sind an Localitäten zu verwenden, wo starke Reizungen und Erschütterungen vermieden werden sollen, z. B. im Gesicht.

Armirt man den Ebonitgriff mit der Kranzelektrode, während im übrigen die ganze Anordnung beim alten bleibt. so ist alles bereit zur Anwendung des Büschelstromes.

Auch der Büschelstrom dringt durch die Kleider hindurch und erzeugt hier sowohl, wie auf den unbedeckten Körperstellen das Gefühl eines kühlen, sehr angenehmen Windes. Die Elektrode wird in der Entfernung von etwa 10 cm über dem kranken Körpertheil theils stabil gehalten, theils labil hin- und herbewegt. Die Empfindung des „elektrischen Windes“ vermindert sich mit dem grösseren Abstand der Elektrode; wird dagegen die letztere auf 1 bis 2 cm genähert, so springen aus der Spitze der Kranzelektrode kleine Fünkchen mit knisterndem Geräusch auf den Körper über. Die davon verursachte Empfindung ist geringer, wie bei den grossen Funken, immerhin noch schmerzhaft genug.

Geeignet für die Behandlung mit dem Büschelstrom sind die Neuralgien des Trigeminus (Sitzungsdauer 3 bis 10 Minuten), sowie Neuralgien der Nerven der Extremitäten, hier aber combinirt mit dem Funkenstrom, welchen man von Zeit zu Zeit aus der Kranzelektrode überspringen lässt — etwa so oft, dass in jeder Minute der Sitzungsdauer 10 bis 20 Funken den kranken Körpertheil treffen.

Die Dauer der ganzen Sitzung soll im Durchschnitt zu Anfang 5 Minuten betragen.

Von derselben Methode kann man bei Lähmungen hysterischer Natur Gebrauch machen, mit Vorsicht auch bei Hemiplegien, sowie bei acuten und chronischen, hysterischen und nichthysterischen Gelenkerkrankungen.

Gelegentlich sind auch — natürlich nur rein symptomatisch — die Schmerzen der Rückenmarksaffectionen, besonders durch stabile Einwirkung des Büschelstromes, günstig zu beeinflussen.

Die Behandlung des Kopfes mit dem Büschelstrom (Franklin'sche Douche), welche wir mit grossem Erfolg anwenden bei Kopfschmerzen neurasthenischer oder hysterischer Natur, auch bei andern Kopfschmerzen, deren Ursache unbestimmt ist, erfordert eine ebenso grosse Vorsicht und genaue Abmessung der Sitzungsdauer, wie die galvanische Behandlung des Kopfes. Man thut gut, in den ersten Sitzungen, bei Anwendung der mit der Influenzmaschine in fester Verbindung stehenden Kopfkranzelektrode, dieselbe nur auf 15 cm dem Kopf zu nähern und die Sitzung nicht über eine Minute auszudehnen. Wenn überhaupt ein Erfog eintritt, wird dann schon gewöhnlich eine Besserung angegeben. Eine Verschlimmerung in der ersten halben Minute braucht nicht berücksichtigt zu werden. Sobald der Patient eine erhebliche Besserung ankündigt, wird der Strom durch Anhalten der Maschine unterbrochen. Spätere Sitzungen können länger ausgedehnt werden, meist aber nicht über 3 Minuten.

Gewöhnlich wird der Büschelstrom auf die Hauptschmerzstelle gerichtet; öfters habe ich bei Stirnkopfschmerzen auch die Application am Nacken von Erfolg begleitet gesehen.

Sehr zu empfehlen ist die Anwendung des Büschelstromes bei Ohrenleiden, nervösen sowohl wie organischen. Die Art der Behandlung ist ähnlich wie bei den Kopfschmerzen, indessen kann man gleich zu Anfang mit einer längeren Sitzungsdauer von je 2 bis 3 Minuten für jedes *Ohr beginnen* und sehr bald bis auf 5, 10 und 20 Minuten *steigen.*

Für die Franklin'sche Reizung der Nerven und Muskeln in ähnlichem Sinne und mit ähnlichen Wirkungen, wie bei stärkeren faradischen und galvanischen Strömen und bei Funkenentladungen, giebt es noch eine dritte Methode: die Reizung mit der dunklen Entladung:

Patient sitzt wiederum auf dem Isolirschemel. Die Maschine wird, während die Conductorkugeln auf einander ruhen, in Gang gesetzt und der eine Pol durch den Kabel mit der Isolirplatte, der andere mit dem Ebonitgriff in Verbindung gesetzt, auf welchem die Knopfelektrode aufgeschraubt ist.

Bevor die Conductorkugeln (s. Fig. 10 S. 25) durch Drehen an der rechtsseitlich an der Maschine angebrachten Schraube *R* von einander entfernt werden, stellt man die beiden Hebelarme *I* und *II* vertical auf und schaltet dadurch die Franklin'schen Tafeln *T* und *T* in den Stromkreis ein.

Bei der gewöhnlichen horizontalen Stellung der Hebelarme geht der Strom von dem rechten Conductor auf dem Wege *P* — *I* zu dem Pol *N*. Wird aber der Hebel *I* aufgehoben und dieser Weg verschlossen, so muss der Strom sich durch die Franklin'sche Tafel hindurch seinen Weg nach *N* suchen. Dies geschieht in der Weise, dass durch den vom rechten Conductor nach der ihm aufliegenden innern Belegung der Tafel geführten Strom in der äussern Belegung Elektricität mit dem entgegengesetzten Vorzeichen erzeugt und diese letztere nach dem Pol *N* weitergeführt wird.

Werden nun durch Drehen an der Schraube *R* die beiden Conductorkugeln ein wenig von einander entfernt, so springen in schneller, regelmässiger Folge kleine Funken von dem einen zum andern über, die zwar den Eindruck eines continuirlichen Funkenstromes machen, in der That aber aus einer grossen Anzahl einzelner Funken bestehen, die sich nur zu dem Bilde jenes fliessenden Funkenfadens summiren.

Jeder der überspringenden Funken bedeutet eine Unterbrechung des Stromes sowohl in den Conductorkugeln, als in den Polen und in den Elektroden, und es zeigt sich die *eigenthümliche* Erscheinung, dass, wenn man nunmehr die

Knopfelektrode dem Patienten auf irgend einen motorischen Punkt, z. B. den des medianus dicht über dem Handgelenk fest aufsetzt und mit Entfernung der Conductorkugeln die Schlagweite der Funken länger werden lässt, der musc. opponens in Zuckungen geräth. Jedem der überspringenden Funken entspricht eine kurze, blitzartige Zuckung, und das Bild, welches wir vor Augen haben, ist das des künstlichen Tetanus.

Die Reizung des Muskels kann ebenso direct vorgenommen werden durch Aufsetzen der Knopfelektrode auf den bekannten Reizstellen.

Je grösser die Funkenschlagweite, desto stärker der Strom. Neben den mildesten können die colossalsten Wirkungen ausgelöst werden. Die Bedeutung dieser Methode für die Theorie ist kaum im Umriss bekannt. Ihre Indicationen sind nicht schwer zu stellen und es verlohnte sich, umfassendere Versuche damit zu machen.

(Ueber den elektrodiagnostischen Werth vergl. man S. 164.)

Die allgemeine Franklinisation.

Thatsächlich muss von jeder Methode der Franklinisation eine Allgemeinwirkung auf den Organismus angenommen werden, denn bei jeder derselben wird der auf dem Isolirtisch befindliche Kranke geladen, entweder durch directe Zuleitung der Elektricität nach dem Isolirtisch selbst, oder durch Büschel- oder Funkenströme, welche ihm an irgend einer Körperstelle applicirt werden.

Indessen giebt es zwei Methoden, welche insbesondere den Namen der allgemeinen Franklinisation verdienen, weil es dabei auf keine Localwirkungen abgesehen ist, und welche beide die elektrische Ladung zum Ziel haben, die Entladung des Körpers dagegen dem ihn umgebenden Medium, der Luft, überlassen.

Angewandt wird die allgemeine Franklinisation:

1) in Form des Franklin'schen Bades (Ladung *durch* den Isolirschemel von den Füssen aus),

2) in Form der Franklin'schen Douche (Ladung durch die Kopfkranzelektrode vom Kopfe aus),
3) als Ozonisirung des Körpers durch Einathmung des aus den Elektroden ausstrahlenden Ozons.

Das Franklin'sche Bad, welches als Methode der allgemeinen Franklinisation bei weitem bevorzugt wird, und dessen Name von der mit demselben verbundenen Empfindung, als ob man von einem unsichtbaren Etwas umgeben wäre und sich gleichsam in ihm badete, herrührt, wird als ein tonicum ersten Ranges von verschiedenen Seiten gerühmt. Unter andern hat Vigouroux ausgedehnte Anwendung davon gemacht bei Chlorosen und Schwächezuständen aller Art, auch bei Phthisikern, sodass die Indicationen ähnlich wie für die allgemeine Faradisation gesetllt werden dürften.

Eine besondere Empfehlung ist dem Franklin'schen Bade durch Charcot für die Hysterie zu Theil geworden; selbst Hemianästhesien und Lähmungen konnten dadurch beseitigt werden. Bei der Hystero-Epilepsie verdient es in erster Reihe angewandt zu werden, und kann ich selber auf Grund eines guten Erfolges seine Anwendung empfehlen. Vigouroux hat damit auch in einem Falle von wirklicher Epilepsie die Anfälle für mehrere Monate beseitigen können.

Zu bemerken ist, dass jede Anwendung des Franklin'schen Stromes menstruationsbefördernd wirkt, sodass also zur Zeit der Gravidität mit der Behandlung ausgesetzt werden muss.

Die Dauer eines Franklin'schen Bades soll sich zu Anfang auf fünf Minuten beschränken, um späterhin allmählich auf 10 Minuten erhöht zu werden. Bei den späteren Franklinisationen darf der Büschel- und Funkenstrom — im ganzen vielleicht 3 Minuten lang — in milder Weise am Rücken und an den Extremitäten applicirt werden.

Erwähnenswerth ist es, dass eine zwischen dem Büschel- und Funkenstrom die Mitte haltende Art zu elektrisiren als „frictions", Friktionen, beschrieben und ebenfalls im Franklin'schen Bade angewandt wird; es besteht dieselbe in einem Bestreichen des Körpers über den Kleidern mit der *festangedrückten* Knopfelektrode.

Beobachtung 6.

März 1891. Herr B . . . ., Rentier, 53 Jahre.

Haut-Anästhesien.

Beginn der Krankheit vor einem Jahr mit Steifigkeit, Unbeweglichkeit der Brust, die sich durch elektrische Behandlung nicht gebessert hat, Taubheit im Rücken, am Gesäss und an den Füssen.

Vor Ausbruch der Krankheit mehrere Monate lang bei der geringsten Bewegung sehr starkes Schwitzen; auch schon lange magenleidend, in der letzten Zeit Besserung.

Frostgefühl, konnte sich garnicht erwärmen, besonders nicht an den Füssen; keine Blasenstörungen — die Sehkraft des linken Auges hat sich seit 4—5 Jahren verschlechtert — Lues war nicht vorausgegangen.

Motilität intakt, geht viel und mit Ausdauer, keine Ataxie, bei geschlossenen Augen geringes Schwanken. Sensibilität am Rumpf gürtelförmig von der 3. Rippe herab bis zum Rippenbogen, desgl. an den Füssen bis zur Mitte der Unterschenkel stark herabgesetzt.

Patellar-Reflexe fehlen.

Appetit, Stuhlgang, Schlaf sehr gut.

Behandlung der anästhetischen Stellen mit Franklin'schen Funken. Zuerst wird wenig davon gespürt; nach $1^1/_2$ bis 2 Minuten kehrt die Empfindung für die lebhaft brennenden Funken im Rumpf zurück und Pat. fühlt eine erhebliche Erleichterung seiner Brustbeschwerden, sodass er nunmehr in gerader Haltung ohne merkliche Beschwerden gehen und stehen kann.

Bei den Füssen dauert die Rückkehr der Empfindung durch Einwirkung der Funken 5 bis 6 Minuten. Durch jede folgende Franklinisation wird ein Fortschritt gemacht, und nach etwa zehn Franklinisationen sind die Anästhesien bis auf ein Minimum beseitigt.

Beobachtung 7.

März 1886 bis März 1892. Herr R . . ., Musiker, 33 Jahre (jetzt 39).

Den Pat. lernte ich im Jahre 1886 in der Mendel'schen Poliklinik kennen. Das damalige Krankenexamen hatte schon

constatirt, dass die Pupillen ungleich sind (die linke weiter als die rechte) und dass die rechte Pupille nicht auf Lichtreiz reagirt.

Pat. hatte im Jahre 1871 ein ulcus durum gehabt und eine Schmierkur durchgemacht, im Jahre 1878 ein zweites ulcus durum, wogegen er Pillen (?) eingenommen haben will. Seit etwa 1881 fühlt er sich nicht mehr so gesund und kräftig wie früher, etwa zwei Jahre später empfand er jedesmal nach der Mahlzeit einen lästigen Druck in der Magengegend. Er bekam damals blitzartige Schmerzen in den Beinen, Schwindelgefühl beim Gehen, sowie beim Lesen und Musiciren und litt an hypochondrischer Gemüthsstimmung.

Im Winter 1888/89 litt Pat. an Pollutionen, die zuweilen sogar jede zweite Nacht, und dann immer 2 bis 3 mal auftraten. Die Folge davon war ein sehr schlechtes Allgemeinbefinden: grosse körperliche Schwäche und psychische Depression.

Es gelang, durch eine Sondenkur die Zahl der Pollutionen, welche wohl durch die enorme Hyperästhesie in der pars prostatica der Harnröhre hervorgerufen waren, im Laufe des Winters 1887/88 stark einzuschränken, und eine sich daran schliessende allgemeine Faradisation besserte das Befinden des Pat. so weit, dass er seine Thätigkeit voll und ganz wieder aufnehmen und im Sommer desselben Jahres sogar heirathen konnte.

Schon im Jahre 1886 hatte man Verdacht geschöpft, dass es sich bei der syphilitischen Vorgeschichte des Patienten, der Gedächtnissschwäche, die er selber angegeben, dem als Gürtelgefühl geschilderten Druck in der Magengegend, der Schwäche der Beine, den gesteigerten Patellarreflexen u. s. w. um eine beginnende progressive Paralyse hätte handeln können.

Der weitere Verlauf des Falles corrigirte diese Diagnose, und ich möchte es hier rühmend hervorheben, dass das treffliche Resultat der allgemeinen Faradisation, die in etwa fünfzehn Sitzungen angewandt wurde, ganz besonders aufklärend gewirkt hat.

Die vorliegende Krankheit hätte also als Neurasthenie bezeichnet werden müssen.

Im März 1892 suchte mich Pat. wieder auf und erzählte, dass es ihm trotz schwerer Schicksalsschläge, die ihm in der Zwischenzeit grosse gemüthliche Erregung gebracht hätten, körperlich im allgemeinen vortrefflich gegangen sei. Nur ein Symptom wäre er auch noch nicht einen Augenblick losgeworden: die Beschwerden, die sich auf den Magen beziehen: den Druck in der Magengegend und das Gürtelgefühl, welches sich nach dem Essen und bei jeder Bewegung steigerten; er habe das Gefühl, als sei sein Leib noch einmal so dick als er sein müsste. Seit vierzehn Tagen wäre auch der Appetit geschwunden, und es hätte sich eine derartige Erschlaffung eingestellt, dass er sich für unfähig halte, zur Zeit seinen Dienst zu versehen.

Eine Ursache für die plötzliche Exacerbation der schon viele Jahre bestehenden Beschwerden war trotz allen Suchens nicht aufzufinden.

Ich rieth dem Pat. einen vierwöchentlichen Urlaub zu nehmen und versprach ihm, einen Versuch mit der Influenz-Elektricität zu machen.

Die ersten Funken, die ich auf den Leib bezw. auf die subjektiv-kranke Zone überspringen liess, wurden hier nicht so schmerzhaft empfunden wie an anderen Körperstellen und wie es im allgemeinen die Regel ist. Aber schon in der ersten Sitzung stellte sich das volle Gefühl bezw. die normale Schmerzhaftigkeit der betr. Theile wieder her.

Im Verlauf von 3 Wochen wurden etwa sieben Franklinisationen in der Art ausgeführt, dass, während Pat. dem — Bade ausgesetzt war, mit der + Knopfelektrode etwa 1 bis $1^1/_2$ Minute lang starke Funken auf die untere Rückenpartie, die Magengegend und den Bauch geleitet wurden. Nachher sass Pat. immer noch eine Minute im — Bade.

Der Erfolg dieser sehr einfachen Procedur war ein wahrhaft überraschender. Die ersten Franklinisationen linderten bereits erheblich die Beschwerden, und nach etwa drei Wochen konnte der Kranke als davon befreit entlassen werden.

Fälle mit ähnlichen Beschwerden, freilich bei weitem

nicht so chronischer Art, habe ich vorher und nachher häufig beobachtet, die in ebenso günstigem Sinne auf die Einwirkung des Franklin'schen Stromes reagirten.

Beobachtung 8.

10. März 1892. Herr W . . . .

Kräftig gebauter Herr, jedoch schlaffe Musculatur, auf dem Gesicht zahlreiche kleine Venenstämme sichtbar, auch am übrigen Körper Zeichen gestörter Circulation. Lebhaft geröthetes Gesicht, hastige Sprache, müder Ausdruck der Augen.

Pat. klagt seit mehreren Wochen über Schmerzen, die auf der rechten Seite des Hinterkopfes beginnen und nach den Schläfen bezw. den Augen herüberziehen. Mit Vorliebe treten dieselben in den Abendstunden ein und sind mit Brustbeklemmung, Angst und hypochondrischen Ideen verbunden, welche die Furcht, es könnten diese Schmerzen mit einer vor 12 Jahren stattgehabten Infektion zusammenhängen, zum Ausgangspunkt haben.

Rechte Pupille > linke. Patellar-Reflexe stark. Keine weiteren Anzeichen für eine organische Erkrankung.

Es war von dem behandelnden Collegen die Diagnose: Neurasthenie — gestellt worden, welche sich auch thatsächlich sowohl durch die vorhandenen Symptome wie die muthmassliche Ursache der Erkrankung: Ueberanstrengung im Beruf — rechtfertigen liess.

Bei näherer Erkundigung erfuhr ich, dass Pat. neben der beruflichen Anstrengung auch in der letzten Zeit häufig genöthigt gewesen war, sich Regen und Wind auszusetzen. Dadurch wurde mein ursprünglicher Zweifel an der Richtigkeit der erwähnten Diagnose bestärkt, und ich nahm an, dass es sich um eine *rheumatische Affection der Nackenmuskeln bezw. der galea* handelte. Rheumatische Schwielen, Schmerzpunkte etc. nicht nachweisbar. Die andern Beschwerden konnten als reflectorisch davon ausgelöst betrachtet werden. Da ich schon in mehreren Fällen solcher rheumatischer Schmerzen die Wirksamkeit des Franklin'schen Stromes erprobt hatte, so veranlasste ich den Pat., die geplante Erholungsreise noch einige Tage aufzuschieben.

Am 10. März wurde zum ersten Mal franklinisirt und zwar +Douche auf die rechte Kopfhälfte mit nachfolgendem — Bad von je 1 Minute Dauer.

Am Abend desselben Tages und am folgenden Tage starker Kopfschmerz mit Ueberempfindlichkeit der Kopfhaut. Am nächsten Tage, also am dritten Tage nach der Franklinisation war der Kopf vollkommen frei und blieb es auch, abgesehen von ganz minimalen Schmerzempfindungen, die sich hin und wieder noch einstellten. Im Verlauf der nächsten 14 Tage wurde die Franklinisation noch zweimal in gleicher Weise wiederholt.

Pat. bekam dann noch einige diätetische Verordnungen, so z. B. wurden die regelmässigen kalten Waschungen, die er seit vielen Jahren Sommer und Winter allmorgendlich gebraucht hatte, suspendirt, ausserdem einige Gaben Arsen, wegen andrer Beschwerden, deren Besprechung hier zu weit führen würde.

Jedenfalls war die vortreffliche Wirkung des Franklin'schen Stromes auf den Kopfschmerz ganz evident gewesen.

Beobachtung 9.

Frühjahr 1889. Fräulein v. K . . . . ., 18 Jahre.

Grosse, sehr kräftig gebaute Dame. Ausgesprochen hysterische Krämpfe, die anfallsweise auftraten, oft mehrere Stunden dauerten und ihrem ganzen Charakter nach zur Grande Hystérie gerechnet werden mussten. Auf eine ausführliche Beschreibung derselben muss ich leider wegen des beschränkten Raumes, welcher dieser Casuistik nur zur Verfügung stehen darf, verzichten. Jedenfalls war die Diagnose unzweifelhaft. Beginn der Krämpfe vor etwa 14 Tagen; von Tag zu Tag Steigerung derselben bezüglich Intensität und Dauer. Körperliche Symptome, Anästhesien etc. nicht vorhanden. Im ganzen zehn Franklinisationen in Gestalt des — Bades von der Dauer von 5 bis 10 Minuten. Bereits nach den ersten Franklinisationen hörten die Krämpfe auf und erschienen während der Zeit meiner Beobachtung, die sich noch etwa 3 Monate weiter erstreckte, nicht wieder. Seitdem habe ich leider nichts mehr von dem weitern Verlauf der Sache gehört.

Beobachtung 10.

23. December 1891. Frau H . . . . ., 45 J. (Dr. Borchert), Photographistin.
Migräne.

Seit 8 bis 9 Jahren leidet die Pat., welche kräftig gebaut ist, ja sogar einen recht robusten Eindruck macht, an Kopfschmerz. Dieser Kopfschmerz beginnt meist auf der linken Seite, geht von da in die Backenknochen und in die Augen, steigert sich bei der geringsten Bewegung, ist stets mit mehrmaligem Erbrechen verbunden, trat früher alle acht Tage auf und dauerte 24 Stunden, während in der letzten Zeit der Schmerz alle vier Tage erscheint und jedesmal 48 Stunden dauert, so dass immer nur schmerzfreie Pausen von 48 Stunden dazwischen liegen.

Als ich die Pat. zum ersten Mal sah, fand ich sie im Bett liegend und über furchtbaren Kopfschmerz klagen, der schon vier Tage anhielte und sie fast zum Wahnsinn triebe. Das Gesicht war hoch geröthet, die Hände und Füsse wie gewöhnlich kalt. Beide Conjunktiven sehr roth, Bulbi etwas vorgetrieben, Augen stark brennend, Pupillen auffallend eng. Zunge mit dickem gelbgrauen Belag, Appetit fehlend. Urin enthält wie immer zur Zeit der Anfälle sehr reichliches Sediment. Es wurden warme Fuss- und Handbäder verordnet; immerhin dauerten die Schmerzen noch einige Tage fort.

Nach einer Ruhepause von wenigen Tagen traten sie von neuem auf, und so ging es weiter; Pat. war natürlich arbeitsunfähig.

An diesem Verlauf wurde weder durch das Arsen, welches inzwischen verordnet worden war, noch durch einige Galvanisationen durch den Kopf $\frac{0,3}{50}$ je 1 Min. etwas geändert.

Am 19. Januar kommt Pat. wieder, nachdem sie schon vier Tage hintereinander sehr heftige Kopfschmerzen mit Erbrechen etc. gehabt hat. Da ich von der Galvanisation, die eventuell vielleicht nicht richtig ausgeführt war, gar keinen Erfolg gesehen, so ging ich zur Franklinisation über: 1 Min. lang + Douche auf die leidende Kopfhälfte, darauf folgend — *Bad, ebenfalls* 1 Min. lang.

Am 22. erzählt Pat., dass der Kopfschmerz nach der damaligen Elektrisation sofort nachgelassen habe.

Am 27. wieder Kopfschmerz vom frühen Morgen an. Nach der Franklinisation dauert derselbe noch bis zum Abend.

Am 31. wieder Kopfschmerz, etwa 10 Stunden lang, am nächsten Tage nicht der Schwindel und das „Benommensein“ wie früher.

Am 4. Februar habe ich wörtlich in meinen Aufzeichnungen notirt: „Schon in der letzten Nacht Uebelkeit und Kopfschmerz, der immer mehr zunahm, aber noch lange nicht die alte Höhe erreicht hat. Nase, Backenknochen etc. sollen weh thun. Kein Erbrechen. Pat. meint, dass der Schmerz im Laufe des Tages noch zunehmen wird. In den letzten Tagen hat sich Pat. sehr wohl gefühlt — Diätfehler nicht nachzuweisen. Franklinisation + Douche — nach $^1/_2$ Min. der Einwirkung hört der Schmerz vollkommen auf.“

Auch am 25. Februar, nachdem eine schlechte schmerzvolle Zeit von 9 Tagen vorausgegangen war, in welcher die Berufspflichten der Pat. keine Zeit gelassen hatten, zu mir zu kommen, gelingt es, den Schmerz durch die + Douche sofort zu koupiren.

Am 3. März klagt Pat. über einen fortwährenden Kopfschmerz in der rechten Seite, verbunden mit zeitweiligem Zucken und Stechen. Der Schmerz steigert sich beim Bücken und bei allen Bewegungen. Die rechte Gesichtshälfte kommt ihr so vor, als ob sie ihr nicht gehöre, sie ist gefühllos, was sich auch bei der Prüfung des Gefühlssinnes mit der Nadel herausstellt. Dabei sehr starker Schnupfen mit viel Sekret; das rechte Nasenloch ganz verstopft, das linke frei.

1) Galvanisation 2 Min., An. rechte Seite des Nackens, Ka. rechte Seite der Stirn, 0,2 2 Min., 4—5 Wendungen.

2) Franklinisation + Douche auf die rechte Kopfhälfte.

Am 9. März sagt Pat., dass gleich nach der Elektrisation die Gefühllosigkeit einem ganz normalen Gefühl Platz gemacht habe.

Kopfschmerz tritt nunmehr noch ein: am 31. März und *am 4. und 5.* April zur Zeit der Periode, jedoch kein *Erbrechen dabei,* sehr guter Appetit, vollkommen arbeitsfähig;

Kopfweh am 18. April ganz flüchtig, am 20. April für wenig Minuten.

Am 16. Mai klopfender Kopfschmerz in der rechten Seite, Steifigkeit des Nackens, Uebelkeit ohne Erbrechen — Photophobie.

Franklinisation + Douche, 1 Min. lang, auch auf die entgegengesetzte Kopfhälfte macht vollkommenes Aufhören der Schmerzen.

Bis heute, 12. Juni, kein weiterer Anfall mehr. Im ganzen ist die Franklinisation in der erwähnten Weise 12 bis 15 mal angewandt worden.

Physiologische und therapeutische Wirkungen der Franklinisation.

Es darf durch die epochemachenden Untersuchungen über die thierische Elektricität von Du Bois-Reymond als unzweifelhaft festgestellt gelten, dass der thierische Körper — auch in unversehrtem und unverletztem Zustand — eine gewisse Elektricitätsmenge in sich beherbergt, von denen Du Bois sogar annehmen zu können glaubt, „dass dieselben nicht blos gleichgiltige Begleitzeichen, sondern die wesentliche Ursache sind der innern Bewegungen, aus denen sich der Vorgang in den Nerven, bei der Innervation, in den Muskeln bei ihrer Thätigkeit zusammensetzt".

Wenn diese Worte im Sinne des Autors auch nur den Werth einer Hypothese haben, so sind sie bemerkenswerth genug und lenken immer wieder die Aufmerksamkeit auf Arbeiten, denen das Studium derselben Frage zu Grunde gelegen hat. Hier verdient eine Abhandlung von Meissner aus dem Jahre 1861 erwähnt zu werden, der, wie ich glaube, mit ziemlich einwurfsfreien Methoden gearbeitet hat und bei seinen höchst interessanten und lesenswerthen Versuchen zu dem Schlusse kommt, dass die elektrischen Erscheinungen der Körperoberfläche, welche mit Condensator und Galvanoskop nachgewiesen werden können, auf die Muskeln als Elektricitätsquelle zurückzuführen sind, und dass sich die Oberfläche des Muskels positiv verhält, die den *Querschnitt* desselben repräsentirende Sehne dagegen

negativ. Alle Einwände, dass die Elektricität des Körpers durch Reibung der Kleider hätte hervorgerufen werden können u. s. w., werden von Meissner durch einschlägige Experimente zurückgewiesen. Diesem positiven Resultat gegenüber können die neuerdings negativ ausgefallenen Versuche von Féré, Vigouroux und Arsonval keine besondere Wichtigkeit beanspruchen.

Auch Stein glaubt mittels der elektrischen Lichtmühle eine Spannung an der menschlichen Körperoberfläche nachgewiesen zu haben, und zwar eine positive. Verwandelt sich die positive Spannung, so deducirt Stein weiter, in eine negative infolge eines vermehrten Gehalts der Luft an —E, z. B. vor dem Gewitter, so resultirt daraus eine Störung des Allgemeinbefindens. Daher dürfte auch therapeutisch nur eine Ladung des Körpers mit +E vorgenommen werden, während eine solche mit —E Unbehagen und Schwächegefühl hervorrufe.

Die Untersuchungen Chazarains über „menschliche Polarität", von deren Methode wir in seinen Schriften nichts erfahren, können hier füglich übergangen werden.

Nimmt man also als feststehend an, dass der menschliche Körper eine gewisse Elektricitätsquelle ist, die bald spärlicher, bald ergiebiger fliesst und damit zu Aenderungen des Gesundheitszustandes bald nach der schlechtern, bald nach der bessern Seite Veranlassung giebt, so ist es denkbar, dass eine vermehrte Zufuhr von Elektricität, eine elektrische Ladung des Körpers, eine Umwandlung oder Umlagerung der Moleküle der Organtheile veranlasst, als deren Folge eine bessere Ernährung derselben sich geltend macht. Es ist denkbar, dass sich, analog den Verhältnissen bei dem galvanischen und faradischen Strom, eine solche Veränderung durch directe Einwirkung der Elektricität auf die Nerven, Muskeln u. s. w., oder durch indirecte reflectorische von der Haut aus vollzieht, in welcher jedenfalls die elektrische Spannung am grössten zu sein scheint.

Alle bisher gemachten Erfahrungen über die Wirkung der allgemeinen Franklinisation auf den menschlichen Körper *sprechen* für ein Vorwalten der letztern Möglichkeit, und *wenn man* dazu noch, wie Eulenburg, annimmt, dass

Zersetzungen des Ozons auf Haut und Schleimhaut ein „kräftigeres Vorsichgehen der Oxydationsvorgänge" ermöglichen, so würde sich eine rein physikalische mit einer chemischen Einwirkung auf die Haut verbinden. Es würde dadurch eine sehr treffende Analogie der allgemeinen Franklinisation (des Franklin'schen Bades) mit denjenigen Bädern hergestellt werden, in welchen zugleich chemische Substanzen reizend auf die Haut einwirken, wie z. B. bei den Sool- oder Moor-Bädern, und ihre Wirkung der physikalischen Action des mehr oder weniger temperirten Wassers auf Hautgefässe, Hautmusculatur u. s. w. addiren. Damit dürften dann auch die physiologischen Wirkungen beider in gewissen Grenzen zusammenfallen.

Nach Charcot soll der Blutdruck unter dem Einfluss des Franklin'schen Bades erhöht sein, — und als Beweis wird ein Experiment angeführt, bei welchem nach einer Venae section der bereits versiegte Blutstrom wieder zu rinnen begann, sobald die Person elektrisch geladen wurde. Die Frequenz des Pulses erfährt keine merkliche Veränderung (Eulenburg, Mund), und ist, wo sie sich zeigt, einer gleichzeitigen psychischen (als Beschleunigung) oder vorhergegangenen körperlichen Erregung (als Verlangsamung) zur Last zu legen.

Auf die höhern Sinne übt das Franklin'sche Bad keinen merklichen Einfluss, wenn man von dem Ozon-Geruch absieht, der sich sehr bald, nachdem die Maschine in Thätigkeit getreten, bemerkbar zu machen pflegt.

Bei einigen Personen glaube ich vasomotorische Effecte allgemeiner Natur beobachtet zu haben, z. B. bei zwei Damen mit Myelitis und multipler Sclerose ein Warmwerden der sonst eiskalten Füsse mehrere Stunden nach der Sitzung. Auch die menstruationsbefördernden Wirkungen des Franklin'schen Bades scheinen ausser Zweifel zu sein.

Lässt man den Büschelstrom auf die höhern Sinnesorgane ausströmen, so bekommt man von Seiten des Auges und Ohrs sowie des Geruchsorgans keine specifischen Erscheinungen. Dagegen bewirkt der Spitzenstrom auf der Zunge, besonders auf dem mittlern Theil derselben, einen sauren *etwas ätzenden* Geschmack, während der negative

elektrische Wind wenig oder gar nichts von dieser Geschmacksempfindung zeigt (Eulenburg, Schwanda). Die Lichterscheinungen, welche durch Schwanda bei besonders angeordneter Reizung des Auges hervorgerufen worden sind, hat Eulenburg nicht beobachten können, ich selber auch nicht.

Am meisten wird die Gefühlssphäre von dem Franklin'schen Strom beeinflusst.

Der Büschelstrom erzeugt, auf welche Körperstelle er auch applicirt wird, das Gefühl eines mehr oder weniger kühlen Windes, in der Nähe des innern Gehörgangs gehalten ein sehr bald nachlassendes Druckgefühl. An den behaarten Körperstellen können kriebelnde Empfindungen auftreten; einige Personen machen davon die Beschreibung, als ob ihnen eine „Luftmütze" aufgesetzt würde, andere empfinden einen mehr oder weniger lebhaften Druck, das Gefühl des „Umspanntseins" des Kopfes, andere sagen, dass sie das Gefühl hätten, als ob sie in einem Spinngewebe eingeschlossen wären.

Nähert man die Spitzen bis auf eine Entfernung von 5 mm der Haut, so springen kleine Funken über, die ein leises Brennen verursachen, welches je nach den verschiedenen Körperstellen an Intensität zunimmt.

Mit einer lebhaften Schmerzempfindung sind die Funkenentladungen der knopfförmigen Elektrode auf die blosse oder mit Kleidern bedeckte Haut verbunden. Je länger der Funken, desto intensiver wird im allgemeinen der Schmerz. Nach Eulenburg verursachen einzelne lange Funken ganz kurze Hyperästhesie, darauf längerdauernde Hyperästhesie, bei wiederholten Versuchen nur Hyperästhesie.

Kurze rasch auf einander folgende Funken machen sofort Hyperästhesie mit gleichzeitiger Hyperalgie, besonders gegen Temperaturen.

Cocainisirte Hautstellen werden hyperalgisch. Dabei ist die Localwirkung des — Pols meist etwas stärker wie die des +.

Cutane Anästhesie wird durch öfters applicirte Funkenströme sehr bald gebessert.

Ausser den Sensibilitätserscheinungen zeigen sich auch

eine Reihe von vasomotorischen und thermischen Effecten, die jederzeit leicht hervorzubringen und sichtbar zu machen sind. Bei rasch auf einander folgenden Funken erblasst die Haut zuerst, um dann unter Hervortreten der cutis anserina sehr bald zu erröthen. Wird der Versuch fortgesetzt, so treten bald Papeln und schmerzende Brandblasen auf, ähnlich wie bei leichten Verbrennungen.

Zu erwähnen sind an dieser Stelle die Experimente von J. Roshdenstwenski (Dissertation St. Petersburg 1888, Neurol. Centralbl. 1889 Nr. 2), der die Wirkung starker elektrischer Entladungen auf Gehirn und Rückenmark, „welche zwischen die Elektroden eingeschaltet wurden", an Thieren erprobt hat. War das Gehirn vom schützenden Schädeldach befreit, so verursachte der durch dura mater nach dem gyrus sigmoides überspringende Funken regelmässig einen „status epilepticus" mit erhöhter Temperatur, worauf die Thiere nach mehreren Stunden verendeten.

Bei unverletztem Schädeldach konnten die Thiere durch einige starke Schläge getödtet werden. Ueberstanden sie mehrere etwas weniger kräftige in mehreren Sitzungen, so stellte sich Zittern in allen Extremitäten, taumelnder Gang und apathisches Wesen ein, bei Durchleitung des Funkens durch den untern Theil des Rückenmarks auch Parese und Sensibilitätsstörungen an den untern Extremitäten, welche nach wiederholten Sitzungen dauernd wurden. Die Section erwies in allen Fällen „ausgebreitete Blutergüsse" an den Applicationsstellen der Elektroden, unter der Haut, im Periost und den Gehirnhäuten, bei Thieren, die die Versuche längere Zeit überstanden, auch frische Verwachsungen der dura spinalis mit dem Periost der Wirbel, im Gehirn und Rückenmark selbst Hämorrhagien und degenerirte Nervenzellen.

Wie steht es nun mit der auf der Ausströmung von Ozon beruhenden Wirkung des Franklin'schen Stromes?

Es ist schon seit geraumer Zeit bekannt, dass der elektrische Funke, wenn er die Luft durchschlägt, eine eigenthümliche Zerlegung des Luftsauerstoffs dadurch hervorbringt, dass *er jedes Molecül* O_2 in zwei Atome $O + O$ spaltet, d. h.

den gewöhnlichen Sauerstoff in activen, nascirenden oder atomistischen Sauerstoff verwandelt. Diese Atome haben die specifische Fähigkeit, sich an Sauerstoffmolecüle anzuhängen und eine Verbindung $O_2 + O$ einzugehn, welche gewöhnlich als Ozon O_3 bezeichnet wird. Ozon hat nun Eigenschaften des nascirenden Sauerstoffs an sich: es oxydirt leicht und schnell, was O_2 nur langsam vollbringt, und zwar dadurch, dass es sich bei der Oxydation in O_2 und O zerlegt, wobei also O das eigentliche wirksame Princip bedeutet (Binz).

Sehr einfache Experimente werden davon überzeugen, dass der elektrische Strom bezw. die von ihm durchflossene Luft die charakteristischen Eigenschaften des Ozons theilt. Ozon schwärzt Silber und Quecksilber. Lässt man auf ein möglichst blankes Geldstück von Silber in kurzer Entfernung von 3—5 mm Funken herüberspringen, so sieht man fast im Moment der Berührung auf dem Metall einen blauschwarzen Fleck entstehn, der durch den + Pol intensiver als durch den — Pol hervorzurufen ist. Je grösser die eingeschaltete Luftstrecke, desto weniger leicht gelingt das Experiment.

Sehr bekannt ist das Blauwerden von angefeuchtetem Jodkalium-Stärkepapier; trocknes Papier wird gebräunt.

Von Eulenburg ist neulich auf ein Ozon-Reagenzpapier aufmerksam gemacht worden, welches von Dr. Schuchardt in Görlitz nach Angabe von Dr. Wurster hergestellt und Tetramethylparaphenylendiamin genannt wird. Dem fürchterlichen Namen entspricht ein unscheinbares Aeussere. Das weisse wie Fliesspapier aussehende Papier bläut sich unter dem Einfluss des Büschel- und des Funkenstromes (nicht nur durch den erstern, wie E. angiebt); stärkere Einwirkungen von Ozon sollen die bläuliche in eine rothviolette, später in eine rothe Farbe verwandeln, um zuletzt eine Entfärbung herbeizuführen, jedoch ist mir bei halbstündiger Einwirkung des Stromes auf das trockne Papier nur gelungen, die in der von der Fabrik beigegebenen Farbenskala vertretene Nüance Nr. IV hervorzubringen, was bei Flüssigkeiten einem Gehalt von 3,2 mgr *Ozon im Liter* entsprechen würde. Das angefeuchtete Papier *bläut sich* nach meiner Beobachtung schneller unter dem

Einfluss des Büschelstromes und wird tief blauviolett, um später, während es immer trockner wird, wieder entfärbt zu werden.

Die Rolle, welche das Ozon im Haushalt der Natur zu spielen hat, ist noch zweifelhaft; sie wird von den einen geleugnet, von den andern übertrieben; die Wahrheit scheint in der Mitte zu liegen. Da die in ärztlichem Dienste stehenden Influenzmaschinen grosse Mengen von Ozon zu produciren im Stande sind, welche vielleicht an den Heilwirkungen des Franklin'schen Stromes Antheil haben könnten, so wird ein kurzer Ueberblick über die physiologischen Eigenschaften des Ozons von Nutzen sein.

Das Vorhandensein von Ozon im menschlichen Körper, speciell im Blut, ist, wie Binz ausführt, so gut wie sicher auszuschliessen. Damit soll nicht gesagt sein, dass dort nicht gelegentlich active Sauerstoffatome auftreten; sobald sie aber entstehen, werden sie sofort von den sehr sauerstoffbegierigen Organtheilchen an sich gerissen.

Eine andere Frage ist die, ob Ozon dem Blut einverleibt werden kann. Binz hat den experimentellen Nachweis geliefert, dass Ozon unversehrt und unzersetzt durch Flüssigkeiten, Eiweisslösungen und Blut hindurchgehen kann, und dass eine energische Ozonisirung des Blutes keine Veränderung in dem spektroskopischen und mikroskopischen Verhalten desselben hervorbringt.

Andrerseits ist es sicher, dass Ozon gewisse Einwirkungen auf den Organismus ausübt. Wenn auch die Behauptung, dass Ozon ein andauerndes Desinficienz für die Luft sei, ganz unhaltbar ist (Binz), wenn auch der Antheil des Ozons an der wohlthuenden Wirkung der See- und Waldluft, der Salinenluft u. s. w. auf den Körper überschätzt werden mag, wenn auch die vielgerühmte „ozonhaltige Luft" nach einem Gewitter einer Verwechslung von Ursache und Wirkung ihr Entstehen verdankt, so ist eine Beeinflussung des Körpers durch Ozon auf experimentellem Wege durch Binz ganz sicher nachgewiesen worden. Es ist das die schlafmachende Wirkung. Eine Einathmung von Ozon von einer Dauer von 6, 15 bis 25 Minuten führte bei einigen Versuchspersonen Schlaf herbei, der sehr bald

nach Aufhören der Ozonisirung nachliess. Drei Personen reagirten sehr gut auf die ozonisirte Luft, durch welche unter 19 Versuchen 11 mal Schlaf oder Halbschlaf herbeigeführt wurde. 6 Personen reagirten halbgut, wobei sich bei fünf derselben Symptome der „Depression" einstellten, bei einer solche des „musculo-motorischen Reizes", Zuckungen der Gesichtsmuskeln. Bei zwei Personen trat in Bezug auf das Gehirn gar keine Wirkung hervor. Für den Mangel der Reaction führt B. zwei Gründe an: 1) die mit der Procedur der Einathmung verbundene psychische Erregung, 2) die Empfindlichkeit der Luftwege, welche durch Hustenreiz die weitere Einathmung verbietet

Wie auch schon Binz hervorhebt, ist das Einathmen von Ozon in den ersten Minuten mit einem „Erleichterungsgefühl" verbunden. Man kann sich davon überzeugen, wenn man mit tiefen Respirationen den in einer Entfernung von 10 cm gegen Mund und Nase strömenden Büschelstrom einathmet. Sehr bald stellt sich das Gefühl grössern Wohlbefindens ein, um nach 3 bis 10 Minuten einem Gefühl der Müdigkeit oder Schläfrigkeit Platz zu machen. Bei einigen sehr empfindlichen Individuen tritt wohl auch Kratzen im Halse und Husten auf, zuweilen sogar Uebelkeit oder Brechneigung, jedoch letzteres erst nach längere Zeit (bis 30 Minuten) fortgesetzter Einathmung.

Hier mag es gleich erwähnt werden, dass die Einathmung des Büschelstromes bei Catarrhen der obern Luftwege schon nach wenigen Minuten die Nase freier macht und den Hustenreiz vermindert; ob dies eine specifische Ozonwirkung oder nur auf Rechnung der durch den Strom verursachten Eintrocknung des Sekretes zu setzen ist, mag dahingestellt bleiben.

Die schlafmachende Wirkung des Ozons ist vielleicht so zu erklären, dass dasselbe im Blut eine Verbindung eingeht, welche zum Gehirn getragen wird und dort wie ein gelindes flüchtiges Schlafmittel wirkt. Binz hält es nicht für ausgeschlossen, dass das Ozon mehr therapeutische Wirkungen besitzt, als ihm bis jetzt zugesprochen werden.

Es hat auch nicht an Versuchen gefehlt, das Ozon als *solches in* grösserem Massstab therapeutisch zu verwenden,

z. B. durch Ozonisirung der Luft in Krankensälen durch eigens dazu construirte Ozonisirungsmaschinen (Hal), jedenfalls wird erst längere Prüfung und Erfahrung über den Werth des Ozons als Heilmittel entscheiden.

Die elektrische Reizung des Phrenicus als Methode der künstlichen Athmung.

Nachdem schon Hufeland und später Marshall Hall die Elektrisation des N. phrenicus als Mittel für die Asphyxia neonatorum empfohlen und Duchenne die Anwendung des faradischen Stromes angerathen hatte, wurde zuerst von Ziemssen i. J. 1856 die locale Faradisation des N. phrenicus zur Einleitung von Athembewegungen bei einer Kohlenoxydgas-Vergiftung mit Erfolg angewendet. In diesem Falle waren Puls und Respiration bereits nahezu erloschen und verschiedene Mittel vergebens versucht worden; nach zweistündiger, rhythmischer Faradisation der Phrenici war die Athmung wieder ziemlich hergestellt und am nächsten Tage befand sich die Patientin vollständig wohl. Ziemssen hat seitdem in mehreren anderen Fällen von Kohlenoxydvergiftung, Erfrierung, nach Alkoholintoxicationen, bei gefährlichen Respirationsstörungen, bei schweren Gehirnaffectionen (Apoplexie, Erweichung, Urämie) mit günstigem Erfolg die faradische Reizung der Phrenici zur Anwendung gebracht; in einigen Fällen zeigte sich das Verfahren nutzlos, da schon zu lange Zeit seit dem Eintreten der Intoxication verflossen war; es ist deshalb von grosser Wichtigkeit, dass man möglichst frühzeitig zur Faradisation schreite.

Es sind seitdem von zahlreichen Beobachtern Fälle von Asphyxie aus verschiedenen Ursachen (Chloroform-, Opium-, Kohlenoxyd-, Leuchtgasvergiftung, Asphyxia neonatorum) mitgetheilt worden, in denen durch die faradische Reizung der Phrenici die Athmung wieder hergestellt und somit das Leben der Patienten gerettet wurde.

Was die Methode betrifft, so soll man nach Ziemssen *die mit grossen* Schwammkappen versehenen, mit warmem

Wasser wohl durchfeuchteten Elektroden eines schnellschlägigen Inductionsstromes zu beiden Seiten des Halses über dem unteren Ende des M. scalenus anticus am äusseren Rande des sternocleido-mastoideus, den man nach innen drängt, fest aufsetzen. Dabei gehe man nach oben nicht über die Mitte des betr. Randes und nur ein wenig über die Kreuzung desselben mit dem M. omohyoideus hinaus.

Die Dauer der einzelnen Reizung soll der einer tiefen Inspiration entsprechen, also etwa zwei Secunden betragen; die Exspiration wird von einem Gehilfen mittels kräftigen Druckes auf die Bauchwand von unten nach oben unterstützt; Kopf, Schultern und Oberarme sollen gleichzeitig von anderen Assistenten fixirt werden, damit die übrigen Inspirationsmuskeln, namentlich der Serratus ant. major und die Pectorales mitwirken können, und um störende Bewegungen der oberen Extremitäten zu verhindern.

Die Stärke des Stromes soll etwa derart sein, wie sie zu einer kräftigen Contraction der eigenen Daumenballenmuskeln nöthig ist; reicht diese zur Erzielung eines deutlichen Reizeffectes nicht aus, so steigere man ohne Verzug die Stromstärke, bis ein solcher erfolgt. Nachdem man einige Male gereizt hat, ist es gut, etwas auszusetzen, um zu sehen, ob etwa spontane Inspirationen eintreten. Sobald Hustenstösse erfolgen, was als ein günstiges Zeichen anzusehen ist, muss man augenblicklich die faradische Respiration unterbrechen, und dieselbe erst dann wieder aufnehmen, wenn nach Aufhören des Hustens die Athmungsthätigkeit sich als ungenügend erweist. Man setzt die Versuche der Wiederbelebung so lange fort, als noch eine Spur von Herzthätigkeit vorhanden ist; bei Neugeborenen sind gewöhnlich nach $^1/_2$—$1^1/_2$ stündiger faradischer Reizung die Athembewegungen wieder im Gange, oder aber es tritt der letale Ausgang ein.

v. Ziemssen macht noch besonders darauf aufmerksam, dass eine sorgsame Ueberwachung des Kranken durchaus nothwendig ist. Ganz gewöhnlich erfolgen viele Rückfälle, und der Arzt darf das Leben des Kranken nicht eher als *gerettet* betrachten, als bis Athmung und Herzthätigkeit *mehrere* Stunden hindurch normal geblieben sind.

Das elektrische Wasserbad.

Der galvanische oder faradische Strom kann in einem Wannenbad durch das Badewasser auf den menschlichen Körper übertragen werden. Liegt der Kranke in der nichtleitenden Badewanne, und wird ihm der eine Pol in Gestalt einer dicken Metallstange in die Hände gegeben, während der andere am Fussende der Wanne in das Badewasser eintaucht, so spricht man von einem monopolaren Bade (Eulenburg); je nachdem Anode oder Kathode in das Wasser versenkt sind, erhält dasselbe die Bezeichnung Anoden- oder Kathodenbad.

Bei einer zweiten Form des Bades, welches dipolares Bad genannt wird, befinden sich beide Pole im Badewasser, und zwar der eine in Gestalt eines eigens für diesen Zweck construirten Rückenkissens (Trautwein), der andere als Fusselektrode, sodass der Strom den ganzen Körper der Länge nach durchfliessen muss.

Zur vollständigen Einrichtung eines elektrischen Wasserbades gehört auch eine elektrische Douche. Es besteht dieselbe aus einem hoch angebrachten, mit $1^0/_0$iger Salzlösung gefüllten Reservoir, dessen Inhalt mittels einer Schlauchleitung als Brause- oder Strahldouche auf den Kranken applicirt wird. Der eine faradische oder galvanische Pol steht mit dem metallischen Ansatzstück des Doucheschlauches in Verbindung, der andere mit dem Badewasser, in dem sich Patient befindet.

Sehr geringe Vorrichtungen gehören zu elektrischen Lokalbädern, als Hand-, Fuss- oder Sitzbädern, wie sie von einigen Elektrotherapeuten bei verschiedenen Leiden empfohlen werden.

Die elektrische Speisung des Bades geschieht durch die secundäre Spirale eines Inductionsapparates, bei dipolaren Bädern durch die aus besonders dickem (2 mm) Draht gefertigte primäre Rolle, galvanisch durch 40 bis 60 Elemente mit geringem innern Widerstand wie die Leclanché-Elemente, deren Strom mittels eines Rheostaten ein- und ausgeschlichen werden muss.

Bei faradischen Bädern soll der Strom auf der Körper-

oberfläche eben fühlbar sein; bei galvanischen beginne man mit 4 bis 5 MA und steigere die Stromstärke vorsichtig bei den nächsten Bädern. Die Dauer des Bades beträgt zu Anfang fünf, späterhin zehn und mehr Minuten. Die Temperatur ist die des indifferenten warmen Bades, im Durchschnitt 37° C.

Zum Ueberfluss mag es auch hier noch gesagt sein, dass ein absolutes Galvanometer zur Application eines elektrischen Wasserbades unerlässlich ist, und dass es pflicht- und gewissenlos ist, ein unter Umständen so einschneidendes Mittel wie das elektrische Bad nichtärztlichen Händen anzuvertrauen.

Das elektrische Wasserbad ist als eine Form der allgemeinen Elektrisation, mithin als ein Analogon der allgemeinen Faradisation und des Franklin'schen Bades aufzufassen. Danach stellt sich auch die Indication für seine Anwendung bei allgemeinen Neurosen, wie der Neurasthenie, insbesondere der neurasthenischen Dyspepsie, während gegen die Hysterie leider auch mit diesem Mittel meist vergebens angekämpft wird. Weitere Empfehlung ist dem elektrischen Wasserbade zu Theil geworden gegen idiopathischen und toxischen Tremor, Chorea und Paralysis agitans. Bei letzterer Krankheit hält Eulenburg die elektrischen Bäder in Verbindung mit Hyoscininjectionen oder dem innerlichen Atropin-Ergotin-Gebrauch für die zweckmässigste und relativ wirksamste Behandlung.

Bei Morbus Basedowii soll die Herzthätigkeit günstig beeinflusst werden; auch die veralteten Formen von Neuralgien und von Muskel- und Gelenkrheumatismen sollen damit erfolgreich behandelt werden. Lehr hat sogar bei der Gicht Besserung erzielt. Organische Rückenmarkskrankheiten eignen sich für die Behandlung mit elektrischem Wasserbade nicht.

Wir besitzen über das elektrische Wasserbad eine reichhaltige Litteratur, aus welcher besonders zwei ausführliche Monographien hervorragen: A. Eulenburg, Die hydroelektrischen Bäder, Wien und Leipzig 1883, und Lehr, *Die hydroelektrischen* Bäder, Wiesbaden 1885.

Trotz der durch diese beiden Arbeiten hergestellten

wissenschaftlichen Fundirung, und trotz der vielen andern Beobachtungen und Forschungen, die das elektrische Bad zum Gegenstand haben — von den ältern Schriften abgesehen, z. B. Stein in seinem Lehrbuch der allgemeinen Elektrisation, Halle 1886, Eulenburg in verschiedenen Zeitschriften, Lehr, Arch. f. Psych. 1889, Bd. 20, Rosenbaum, Deutsch. Medicin. Ztg. 1889, Nr 37 u. 38 u. a. m. — harrt auch auf diesem Gebiete noch manche physikalische, physiologische und therapeutische Frage der Beantwortung.

Gegenwärtig dreht sich der Streit hauptsächlich um die Frage, von welchem Stromantheil der Körper im dipolaren elektrischen Wasserbade getroffen wird. Die Methoden, welche zur Messung desselben angewandt worden sind, können zum grossen Theil mit gerechtfertigten Einwänden bekämpft werden, so u. a. die von Stein und Trautwein, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann. Entschieden besser ist es, der Frage auf indirectem Wege näherzutreten und zuerst den Widerstand des genau abgemessenen Wasservolumens in der Badewanne zu bestimmen, um alsdann auf eine Veränderung des Widerstandes zu fahnden, wenn der menschliche Körper in das Bad hineingesenkt und durch Ablassen von Wasser das frühere Volum des Inhalts der Badewanne wiederhergestellt ist. Die Methode unterscheidet sich von andern Widerstandsbestimmungen (vgl. S. 93. 94) nicht. Auf diese Weise hat Rosenbaum (l. c.) gefunden, dass der Widerstand des Wassers allein grösser ist wie der des Wassers plus Körper. Der letztere bietet also dem Strom weniger Widerstand als das Wasser und muss daher auch einen grössern Stromantheil wie jenes empfangen.

Freilich ist Eulenburg bei seinen Untersuchungen zu dem entgegengesetzten Resultat gekommen; er giebt an, dass der Körperwiderstand sogar drei- bis viermal grösser ist, wie der des Wassers, auch dann, wenn die Leitungsfähigkeit des Wassers nicht durch Zusatz von Salz oder Säure erhöht ist. Die endgiltige Entscheidung dieser Frage steht also noch aus. Auf jeden Fall kann man schon jetzt sagen, dass die Verwendung von Zusätzen zum elektrischen Bade, welche das Wasser besser leitend machen, unrationell ist.

Beim monopolaren Bade muss der Strom nothwendig den Körper durchströmen; desshalb wird auch dieser Form des elektrischen Bades von Eulenburg der Vorzug gegeben. Freilich werden diejenigen Körperstellen, welche den geringsten Widerstand bieten, hauptsächlich vom Strom als Eingangspforten benutzt werden, wodurch eine sehr ungleiche Vertheilung der Einströmung verursacht wird, und andrerseits wird derjenige Körpertheil, welcher mit der Elektrode ausserhalb des Bades in Verbindung steht, von relativ sehr grossen Stromdichten getroffen, ein Uebelstand, der doch sehr in Betracht kommen dürfte.

Bezüglich der faradischen Bäder hat Lehr in einer neuern Untersuchung (Arch. f. Psych. 1889, Bd. 20) nachgewiesen, dass dipolare faradische Bäder, deren Strom an der Körperoberfläche kaum zu spüren war, eine erheblich grössere Harnstoffausscheidung verursachten, als das verhältnissmässig stärkere monopolare Bad. Von erstern dürfte also eine grössere Einwirkung auf den Stoffwechsel anzunehmen sein. Gleichzeitig wird durch diese Versuche die bereits von Eulenburg vertretene Ansicht wahrscheinlich gemacht, dass die Wirkung der faradischen Bäder hauptsächlich durch eine Hautreizung hervorgebracht wird, also reflectorischer Natur ist.

Von physiologischen Wirkungen des elektrischen Bades sind nach Eulenburg, dessen Artikel „Hydroelektrische Bäder" (Realencyclopädie Bd. 9) auch noch den litterarischen Angaben nachgetragen werden muss, folgende als sichergestellt anzusehen:

Erhöhung der motorischen elektrischen Erregbarkeit durch das elektrische Wasserbad von gewöhnlicher Intensität und Dauer, Herabsetzung derselben bei längerer Dauer und beträchtlicher Intensität.

Herabsetzung der Hautsensibilität (faradocutane Sensibilität) bei gleichzeitiger Steigerung des Ortssinnes.

Herabsetzung der Pulsfrequenz im faradischen Bade um 8—12, im galvanischen um 10—20 Schläge in der Minute.

Abnahme der Respirationsfrequenz im dipolaren Bade *um 3—6* Athemzüge in der Minute (Lehr).

Herabsetzung der Körpertemperatur im monopolaren galvanischen Bade bis zu 0,6, im dipolaren (nach Lehr) nicht mehr wie im gewöhnlichen Wasserbade.

Von der Vermehrung der Harnstoffausscheidung, die grösser sein soll als nach allgemeiner Faradisation ausserhalb des Bades, ist schon gesprochen worden.

Veränderungen in Bezug auf das Allgemeinbefinden: Anregung von Appetit und Verdauungsthätigkeit, Vermehrung der Darmperistaltik, Erhöhung der geistigen und körperlichen Spannkraft, Steigerung des Schlafbedürfnisses. Die galvanischen Bäder sollen „Ermüdung und Schlaf fast zur unmittelbaren Folge haben, während den faradischen Bädern im ganzen mehr eine belebende und erfrischende Primärwirkung zukommt“ (Eulenburg).

Noch eines ist an dieser Stelle zu erwähnen. Schon in den fünfziger Jahren sind von Vergnès, Poly, Caplin, Meding u. A. Versuche gemacht worden, giftige Metalle, besonders Quecksilber, mittels des elektrischen Wasserbades aus dem Körper zu entfernen. Eulenburg, der späterhin diese Versuche wieder aufnahm, kam zu negativem Resultat. Ebensowenig ist es ihm gelungen, auf dem gleichen Wege medicamentöse Stoffe, wie z. B. Eisenpräparate, dem Körper einzuverleiben.

Neuerdings ist man in dieser Beziehung glücklicher gewesen. In einem Bericht von Gärtner und Ehrmann in Wien wird eine neue Methode des dipolaren galvanischen Bades beschrieben. Die Wanne ist durch einen Holzrahmen, in welchen eine Gummiplatte eingefügt ist, in zwei Abtheilungen getheilt. Die aus ähnlichem Stoff wie die Luftkissen bestehende Gummiplatte hat in der Mitte ein grosses rundes Loch, durch welches der in die Wanne steigende Kranke mit den Füssen hindurchsteigt, um seinen Unterkörper allmählich soweit hindurchzupressen, bis die Gummiplatte ringförmig der Hüftgegend anliegt. Auf diese Weise wird ein Zweizellenbad hergestellt; die beiden Zellen sind absolut von einander abgeschlossen, die eine beherbergt den Ober- und die andere den Unterkörper; die eine wird mit der Anode, die andere mit der Kathode in Verbindung gesetzt. *Der Strom* muss dabei durchaus den Körper passiren.

Mittels dieser Methode gelang es Gärtner und Ehrmann, wenn die mit dem positiven Pol verbundene Zelle 6,0 g Sublimat enthielt und das Bad bei 100 MA Stromstärke 15 Minuten dauerte, in den dem Bade folgenden acht Tagen Quecksilber im Urin nachzuweisen, welches am vierten Tage quantitativ auf 0,013 g bestimmt wurde (l'Électrothérapie 1889. S. 284 ff.).

IV. Specielle Elektrotherapie.

(Elektrotherapie der einzelnen Krankheiten.)

Vorbemerkungen.

In dem vorigen Abschnitt „Allgemeine Elektrotherapie“ sind die Methoden im einzelnen so ausführlich beschrieben worden, dass in diesem Capitel meistens darauf verwiesen werden kann.

Die durch die Eigenart einer jeden Krankheit beanspruchten Variationen, die in Bezug auf Stromdichte, Sitzungsdauer u. s. w. im Einzelfalle nothwendigen Veränderungen, die Ziele und Aussichten einer jeden Methode, die üblen Zufälle, welche sich mit und ohne Schuld des Elektrotherapeuten dabei einstellen, — sind in diesem Theil des Buches noch einer näheren Besprechung unterzogen.

Aber im allgemeinen ist es vermieden worden, die verwirrende Unzahl von Methoden wiederzugeben, wie sie die Eigenart der einzelnen Elektrotherapeuten im Laufe der Zeit herausgebildet hat.

Im Grunde stehen alle auf der Basis eines gleichen Princips, einer Grund- und Hauptmethode, welche in unserem Buche immer an erster Stelle beschrieben worden ist. In den allermeisten Fällen wird man diese anwenden und mit dem Erfolge zufrieden sein, falls man keine falsche

Diagnose gestellt hat und der betreffende Fall überhaupt für elektrische Behandlung geeignet ist.

Unzweifelhaft werden Fälle vorkommen, in denen man durch unbedeutende Variationen der Polstellung u. s. w. schneller zum Ziele kommt, sicherlich auch solche, wo es nothwendig ist, die Hauptmethode zu Gunsten der Individualität des Falles so zu ändern, dass wenig mehr von ihr übrig bleibt — aber diese Fälle liegen dann auch ausserhalb des Könnens des praktischen Arztes, für den dieses Buch hauptsächlich geschrieben ist. Auf ihn würde die Fülle der Methoden verwirrend wirken, und die Auswahl der richtigen würde erschwert sein. Zugleich würde dabei das leitende Princip der Hauptmethode, welches nie aus den Augen verloren werden darf, so undeutlich werden, dass es der Vergessenheit anheimfällt.

Auch ist es jedenfalls besser, wenige Methoden gründlich zu kennen und sie immer wieder und wieder anzuwenden, als viele und keine ordentlich. Nur im erstern Falle ist es möglich, sich über die Wirksamkeit derselben ein Urtheil zu bilden, und das ist es, worauf es vor allen Dingen ankommt; nur aus einer grössern Zahl gleicher Erfahrungen darf man selber auf den Werth oder Unwerth einer Methode Schlüsse ziehen; und damit beginnt die eigentliche rationelle, individualisirende und zum Theil auch experimentirende Elektrotherapie, von welchen wir in der Zukunft den Fortschritt zu erwarten berechtigt sind.

In voller Erkenntniss, dass der Gebrauch des absoluten Galvanometers einen colossalen Fortschritt in der Elektrotherapie bedeutet, sind alle Angaben der Stromstärke ausschliesslich im absoluten elektrischen Maass, dem Milliampère, gemacht worden; und in der Anerkennung, dass die Wirksamkeit des galvanischen Stromes recht eigentlich auf dem Verhältniss der Stromstärke zu dem zuführenden Leiter, der Elektrode beruht, ist die jedesmalige Feststellung der Stromdichte principiell durchgeführt worden, während als Maass für den *faradischen* Strom die Rollenabstände der

secundären von der primären Spirale, in Millimeter ausgedrückt, vorläufig genügen müssen.

Alle Angaben der Stromstärke bezw. der Stromdichte sind jedesmal nur durch eine bezw. zwei Zahlen ausgedrückt, welche als Durchschnittswerthe zu gelten haben, die in der grössten Mehrzahl der Fälle angewandt werden sollen; auch für die Sitzungsdauer ist immer nur eine Secunden- oder Minutenzahl angegeben.

Handelt es sich um ganz besonders von dem Krankheitstypus oder von der Durchschnitts-Individualität und der elektrischen individuellen Empfänglichkeit abweichende Fälle, so muss die Ergänzung und Abänderung der empfohlenen Methode dem Geschick, der Uebung und der Erfahrung des Elektrotherapeuten anheimgestellt werden.

Den Augen- und Ohrenkrankheiten sind besondere Capitel gewidmet worden, in denen auch die Elektrodiagnostik, soweit sie bei denselben in Frage kommt, eine mehr oder weniger ausführliche Erörterung gefunden hat.

Desgleichen hat es zweckmässig geschienen, in Anbetracht der neuen elektrotherapeutischen Errungenschaften in der Gynäkologie, auch den Frauenkrankheiten ein eignes Capitel zu widmen, welches nicht als eingehende Darstellung zu gelten Anspruch macht, sondern nur eine Uebersicht geben soll, welche den Zweck verfolgt, die Collegen für die gerade auf diesem Gebiete sehr erfolgreiche Elektrotherapie zu interessiren.

Zum Schluss dieses Theiles wird in engem Rahmen ein Bild der Elektrolyse, der Galvanokaustik und der elektrischen Beleuchtung entworfen werden.

I. Die Neuralgien.

Bevor man eine „Neuralgie“ in elektrische Behandlung nimmt, prüfe man mit allen Hilfsmitteln und nach allen in den Lehrbüchern der Nervenkrankheiten gegebenen Vorschriften genau die Diagnose.

Der typische Verlauf der Schmerzanfälle, die *Beschränkung* auf ein bestimmtes Nervengebiet

und die Aetiologie der Krankheit werden meistens auf den richtigen Weg führen.

Dabei vergesse man aber nicht, dass vielleicht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Neuralgie nur ein Symptom eines Grundleidens ist, ohne dessen Beseitigung auch an eine Heilung der Neuralgie nicht zu denken ist.

Der vorhin erwähnte Charakter des neuralgischen Schmerzes tritt in solchen Fällen nicht in seiner ganzen Reinheit auf, und unsere diagnostische Unsicherheit verräth sich dadurch, dass wir den Namen Neuralgie mit andern Bezeichnungen wie „neuralgische Affection“, „neuralgiforme Schmerzen“ u. s. w. vertauschen.

Natürlich ist es von der allergrössten therapeutischen und prognostischen Wichtigkeit, einen Tumor an der Hirnbasis zu diagnosticiren, der die grässlichsten Trigeminusneuralgien macht, oder eine Tabes, die so häufig Ischiasartige Schmerzen producirt, Neurasthenie, Saturnismus, Alkoholismus zu erkennen, auf deren Basis neuralgische Schmerzen sich entwickeln, auch selbst daran zu denken, dass nicht selten harte Kothmassen oder Würmer zu Schmerzen Veranlassung geben, die auf ein Haar denen der gemeinen Ischias gleichen.

Schliesslich — last not least — hat man stets auf Begleitsymptome der Neuralgien zu fahnden, die an eine wirkliche Entzündung des Nerven, eine Neuritis denken lassen. Es versteht sich von selbst, dass Therapie und Prognose von einer solchen Erkenntniss abhängen.

Es ist eine alte Erfahrung, dass im Verlauf des von einer Neuralgie befallenen Nerven sich Punkte auffinden lassen, welche auf verhältnissmässig leichten Fingerdruck schmerzhaft sind, die sogen. Druckschmerzpunkte. Es sind dies solche Stellen, an welchen der Nerv entweder oberflächlich liegt oder über einen Knochenvorsprung herüberzieht, der dem drückenden Finger als Unterlage dient. Jedenfalls sind dies Orte, an welchen der Nerv für eine elektrische Beeinflussung sehr gut zugänglich ist, und es ist auch durch die Erfahrung sichergestellt, dass man bei der *Behandlung* der Neuralgien am besten die Druck-

schmerzpunkte als Eingangspforten für den elektrischen Strom zu wählen hat.

Von diesem Gesichtspunkte haben die Druckschmerzpunkte eine grosse praktische Bedeutung, und Moritz Meyer hat nicht Unrecht, dass er bei Neuralgien und neuralgischen Affectionen mit Sorgfalt darauf fahndet, um einerseits aus der Lage derselben in zweifelhaften Fällen die Localisation des Krankheitsprocesses im Verlauf eines bestimmten Nerven zu erkennen, andrerseits, um zu wissen, welche Stellen zum Zwecke einer möglichst directen Beeinflussung des Krankheitsheerdes für das Ansetzen der Elektroden am meisten geeignet sind.

Man muss sich dessen bewusst sein, dass die durch den Fingerdruck hervorgebrachte schmerzhafte Reaction nicht immer auf einen bestimmten Nerven zurückgeführt werden darf, sondern dass es unter Umständen auch kleine oberflächliche Entzündungen von Knochenvorsprüngen, Knochencanälen u. s. w. sein können, die auf Druck schmerzen. Mitunter wird diese Erscheinung auch nur als der Ausdruck eines sich tiefer im Innern abspielenden Entzündungsprocesses zu gelten haben, z. B. einer meningitischen oder myelitischen Reizung innerhalb der Schädelhöhle oder des Wirbelcanals, wenn einige Stellen der Schädeloberfläche, oder einige Processus transversi oder spinosi schmerzhaft gefunden werden.

Besondere Schwierigkeiten hat es am Halse, wo so viele Nervenstämme verschiedenen Charakters, Knochenvorsprünge u. s. w. nahe bei einander liegen, etwaige Druckschmerzpunkte auf ihre Ursache zurückzuführen, daher muss es gewagt erscheinen, von den „Druckschmerzpunkten des Sympathicus" so zu sprechen, als ob es sich von selbst verstehe, dass hier gerade der Sympathicus schmerzen müsse.

Die Behandlung der Neuralgien ist eine der dankbarsten Aufgaben der Elektrotherapie, und es kann füglich behauptet werden, dass es keine Art der Behandlung giebt, welche der elektrischen vorzuziehen wäre.

Je frischer der Fall, desto günstiger sind die *Aussichten*. 3 bis 4 Sitzungen werden im Durchschnitt *zur Heilung* ganz frischer Fälle genügen. Schon die erste

Behandlung pflegt eine Milderung der Schmerzen herbeizuführen, gleichgiltig, welche der später anzuführenden Methoden man wählt, womit auch gleichzeitig ein Kriterium für die Richtigkeit in der Diagnose, in der Wahl der Stromdichte und der Sitzungsdauer gegeben ist. Aeltere oder verschleppte Fälle brauchen natürlich eine längere Behandlung. Aber auch hierbei gilt im allgemeinen die Regel, dass jede elektrische Sitzung, wenn man auf richtigem Wege wandelt, in mehr oder weniger kurzer Zeit eine kleine Besserung des Leidens herbeiführen soll. Schlägt die eine Methode fehl, so stelle man noch einmal eine genaue Untersuchung des Falles an, und erst dann, wenn man sich von der Richtigkeit der Diagnose überzeugt hat, geht man zu einer anderen Methode über.

Neuralgia trigemini.

Druckschmerzpunkte: Im Gebiete des *R. ophthalmicus*: 1. ein Supraorbitalpunkt, dem *For. supraorbital.* oder dem *N. supraorbital.* entsprechend; 2. ein Trochlearpunkt, am innern Augenwinkel; 3. ein Parietalpunkt, in der Nähe des *Tuber parietale.* — Im Gebiete des *R. supramaxillaris:* 1. ein Infraorbitalpunkt, der Ausstrittsstelle des *N. infraorbital.* entsprechend; 2. ein Malarpunkt am Jochbein; 3. ein Alveolarpunkt, an der Zahnfläche des Oberkiefers. — Im Gebiete des *R. inframaxillaris*: 1. Temporalpunkt vor dem Ohre; 2. ein Alveolarpunkt längs der Zahnreihe des Unterkiefers; 3. ein Mentalpunkt am *Foramen mentale.*

Behandlung.

1) Stabile Galvanisation mit der Anode. Ein- und Ausschleichen des Stromes.

Die etwas gebogene Elektrode von 50 cm^2 (Kathode) wird am Nacken angesetzt und vom Patienten selber gehalten. Die Anode von 10 cm^2 wird beispielsweise bei einer Neuralgie des I. Astes nacheinander auf die eben erwähnten Druckschmerzpunkte aufgesetzt. Stromdichte für die Anode $^1/_{20}$, sodass also bei einer Elektrode von 10 cm^2 0,5 MA eingeschaltet werden müssen. Jede Station dauert eine Minute. Man mache es sich zur Regel, in einer Sitzung nicht mehr wie 3 Stationen zu machen, d. h. 3 Druckschmerzpunkte zu behandeln. Sollte einer der Druckschmerzpunkte

… sein. und finde
… nimmt man statt jenes
… eine grössere Elek-
…dichte. schaltet als
… Minute. Die Kathode
… gegenüberliegenden Seite

… ganz besonders in
… dieser allein und
… Tagen auf 2. später-

… unzweifelhaft als Re-
… auf sensible Nerven
… ungen in den Muskeln
… Sehnenscheiden u. s. w.
… müssen aufgefun-
… behandelt werden.
… in chronischen Fällen
… den andern — bei
… angeführten Behandlungs-

… gegenüber steht die
… mittels des faradi-

… scheint mir folgendes
… beschriebene Doppel-
… aufgesetzt, dass der eine
…schmerzpunkt steht, der andere
… Nerven sitzt. Bei ganz
… wird der Strom geschlossen
… derselben bis zur Höhe des vom
… Schmerzes verstärkt. Die
… halbe Minute, die zweite an
… schon zwei, die dritte drei Minuten.
… lässt. Mehr wie zehn
… nicht beanspruchen
…

Wenn … enormen Schmerz-
… der Anwendungsweisen der eben

schilderten stabilen Galvanisation besitzt, so leistet sie doch manchen Fällen unschätzbare Dienste; sie ist daher über- l da zu empfehlen, wo man mit jener nicht zum Ziele ge- mmen ist.

3) Die Franklinisation.

Der +Pol der Influenzmaschine ist mit dem Isolir- sch verbunden, auf welchem der Patient Platz nimmt. it der Kranz- oder Spitzenelektrode, an welcher ein zur rde ableitendes Kabel hängt, entzieht man dem schmerz- ften Bezirk, besonders der Gegend der Druckschmerzpunkte, was von der dem Körper mitgetheilten elektrischen Ladung. ie erste Sitzung dauert 2 Minuten, in der zweiten und lgenden 3, 5 und mehr Minuten. Ueber 10 Minuten geht an nicht hinaus. Von Zeit zu Zeit lässt man kleine Funken f die Haut überspringen und zwar derart, dass von der nzen Sitzung kaum eine halbe Minute für die Anwendung s Funkenstromes verbraucht wird.

Einige Autoren rühmen den Franklin'schen Strom bei euralgien. Meiner eignen Erfahrung nach, die auch schon nige Jahre zurückreicht, lassen sich damit nur sehr vor- ergehende Erfolge erzielen; eine wirkliche Heilung habe h bei dieser Methode — im Gegensatz zu den beiden eben wähnten — noch nicht gesehen. Immerhin verdient die che eine weitere Prüfung; vielleicht ist die angewandte ethode nicht die richtige.

Erwähnen möchte ich noch, dass ich einmal bei einer stero-neurasthenischen Person einen sehr schweren Anfall zweiten Ast des Trigeminus durch den Büschelstrom, lchen ich $1^1/_2$ Stunde lang anwandte, für zwei Tage be- itigen konnte. Nach dem ganzen Verlauf der frühern An- lle muss ich dies für eine directe Wirkung des Franklin- nen Stromes halten.

Unter Umständen erzielt man auch treffliche Erfolge i Durchleitung des faradischen Stromes durch die schmerz- ften Stellen mittels feuchter Elektroden und kann auch t der faradischen Hand (vgl. S. 228) schmerzlindernd rken.

Zu erwähnen ist auch die Methode der elektrischen Be- ndlung *der Neuralgien* mittels der Diffusionselektrode

vgl. S. 122), wodurch in besonders hartnäckigen, allen andersartigen Anwendungen der Elektricität widerstehenden Formen Heilung erzielt worden sein soll.

Dieselben Methoden, jedoch so, dass dem galvanischen Strom immer der Vorzug gebührt, gelten für alle andern Neuralgien, und es wird für den denkenden Leser unnöthig sein, die Einzelheiten bei jeder Form zu wiederholen. Nur das Wichtigste soll noch besonders hervorgehoben und eine der am häufigsten vorkommenden Neuralgien, die Ischias, ausführlicher besprochen werden.

Man suche stets mit besonderer Sorgfalt die Druckschmerzpunkte auf und richte danach die Behandlung ein.

Bei der Neuralgia intercostalis findet man in dem befallenen Intercostalraum meistens an drei Stellen Druckschmerzpunkte: 1) in der Nähe der Wirbelsäule an der Austrittsstelle des Nerven aus dem foramen intervertebrale, 2) in der Mitte zwischen sternum und Wirbelsäule, 3) neben dem sternum. In diesem Falle wählt man zwei Elektroden von je 50 cm^2 und setzt die Anode stationsweise auf die drei genannten Punkte, während die Kathode von dem Patienten an drei Stellen der andern Thoraxwand so gehalten wird, dass eine Verbindungslinie der Mitte beider Elektroden auf dem zu beeinflussenden Nerven senkrecht steht. Die Stromdichte ist wiederum $^1/_{20}$; es sind also $2^1/_2$ MA einzuschalten. Dauer jeder Station — wegen der etwas tiefer liegenden und schwerer zu treffenden Nerven — 2 Minuten, sodass die ganze Sitzung 6 Minuten in Anspruch nimmt.

Aehnliches gilt für die Mastodynie; während indess die Intercostalneuralgie für die elektrische Behandlung ein sehr dankbares Object bietet, zeigt sich diese gegen jede elektrische Beeinflussung erheblich zäher und widerstandsfähiger.

Bei den Brachial-Neuralgien wird man an den Halswirbeln oder an einigen Stellen des plexus brachialis ausgeprägte Druckschmerzpunkte treffen. Man wähle wieder die Elektroden von 50 und 20 cm^2 und behandle am besten in zwei Stationen je zwei Minuten lang. Stromdichte $^1/_{20}$. Es scheint hier, wie bei allen andern Neuralgien, zweckmässig zu sein, dass man nur die central gelegenen

Druckschmerzpunkte (an den Nervenwurzeln und im plexus) berücksichtigt und behandelt, etwaige im peripheren Nerven gelegene dagegen vernachlässigt. Die Angabe einiger Autoren (z. B. M. Meyer), dass nicht selten durch eine Behandlung letzterer Art die Schmerzen verstärkt werden, kann ich bestätigen (vgl. auch die Beschäftigungsneurosen).

Mehr noch wie bei andern Neuralgien muss man bei der Ischias, der so häufig vorkommenden Neuralgie des Ischiadicus, auf eine etwaige Grundkrankheit fahnden, von welcher diese nur ein Symptom bildet. Die darüber gegebenen Andeutungen werden genügen. Im übrigen muss auf die Handbücher der Nervenkrankheiten, wie Strümpell, Hirt u. a. verwiesen werden.

Die meisten Elektrotherapeuten stimmen darin überein (z. B. M. Meyer, Pierson u. a.), dass eine faradische Pinselung bei der Ischias, wenn sie überhaupt erfolgreich einschlägt, schneller zum Ziele führt, wie jede andere Behandlung, dass diese also auch, besonders bei kräftigen Personen und bei rein rheumatischer Grundlage der Ischias, zu allererst angewandt werden soll (Pierson). Die Ausführung derselben wird folgendermaassen geübt: Die Leitungsschnüre werden mit zwei Metallbürsten in Verbindung gesetzt. Die eine derselben lässt man auf einem der Druckschmerzpunkte ruhen, die man entweder zur Seite der Wirbelsäule, oder zwischen trochanter und tuber ischii, oder an der Austrittsstelle des Nerven aus dem foramen ischiadicum, am untern Rand der Glutäen (an derselben Stelle, die den motorischen Punkt des N. ischiadicus bezeichnet) findet, mit der andern streicht man bei kräftigem Strom, sodass die darunter liegenden Muskeln zucken, die Haut im Verlauf des Nerven. Der dabei auftretende, sehr intensive Schmerz veranlasst uns, im Interesse des arg heimgesuchten Patienten hin und wieder eine kurze Pause eintreten zu lassen, um dann die Procedur entweder ganz in derselben Weise oder mit Wechsel des ruhenden Pols von neuem zu beginnen und so lange fortzuführen, bis die Haut eine intensive Röthung zeigt. Zuweilen lässt man auch die labil gebrauchte Elektrode einige Millimeter von der Haut entfernt über einem der Druckschmerzpunkte ruhen, um auf diese Weise

Funken auf die Haut überspringen zu lassen (faradische Moxe). Im ganzen kann man selbst einem energischen Patienten kaum eine Sitzungsdauer von mehr als fünf Minuten zumuthen.

Wenn überhaupt, so zeigt sich meist schon nach der ersten Sitzung ein Nachlass der Schmerzen, und nach 3, 4 bis 10 Sitzungen hat man vielfach einen vortrefflichen Erfolg aufzuweisen. Indessen sollen nach dieser Behandlung häufiger Recidive vorkommen, wie nach der galvanischen.

Die stabile galvanische Behandlung geschieht nach denselben Principien, wie sie bei der Trigeminusneuralgie geschildert wurden. Nur wähle man die Elektroden grösser, beide von 70 cm², und, da die Stromdichte $^1/_{20}$ sein soll (nach Müller genau $^1/_{18}$), so sind 4 MA einzuschalten. Während die Kathode auf dem Unterleib, in der Schenkelbeuge oder in der Kniekehle fixirt wird, lässt man die Anode von dem Schmerzpunkt am Kreuz zu dem zwischen trochanter und tuber ischii, und schliesslich zu dem am untern Rand der Glutäen wandern, für jede Station zwei Minuten, für die ganze Sitzung also sechs Minuten gebrauchend.

In chronischen und schliesslich in sehr veralteten Fällen darf man die Stromdichte bis auf das Doppelte steigern, natürlich nicht sofort, sondern allmählich, indem man von Tag zu Tag einen MA zulegt. Kommt es, wie ziemlich häufig, vor, dass nach der Anwendung eines starken und langen stabilen galvanischen Stromes eine lästige Schwere im Bein zurückbleibt, so wird dieselbe durch einige (2 bis 3) Stromwendungen bei der gleichen Application der Elektrode beseitigt. Dasselbe leistet auch eine kurze labile Galvanisation des Oberschenkels mit Stromdichte $^1/_{10}$, Elektrode 20 cm², 2 Minuten.

Die Franklinisation der Ischias wird genau so gehandhabt, wie die der Trigeminusneuralgien. Abgesehen davon, dass man hierbei mit erheblich stärkeren Einwirkungen der Franklin'schen Funken vorgehen kann — man bedient zu diesem Zweck besser der Knopfelektrode — sind gegebenen Regeln auch für die Ischias giltig.

wähnen ist noch die Neuralgie des plexus

coccygeus, die sogenannte Coccygodynie, ein sehr lästiges, häufig jeder Therapie trotzendes Leiden. Vielfach mag die Auffassung der Coccygodynie als eines selbständigen Leidens daran schuld sein. Deshalb stelle man zuerst die Diagnose genau und fahnde auf Neurasthenie, Hysterie, Tabes, organische Darm- und Genitalerkrankungen u. s. w., um eventuell, falls das Leiden der symptomatischen Behandlung trotzt, die Therapie der Grundkrankheit beginnen zu können. Mit dem galvanischen, mehr aber noch mit dem faradischen Strom, sind in der angegebenen Weise vortreffliche Erfolge in überraschend kurzer Zeit erzielt worden.

Auch für alle andern Neuralgien, z. B. die der Genitalnerven, und für die sogenannten Gelenkneurosen gelten die Principien, welche im Vorstehenden bereits hinlänglich auseinandergesetzt sind, und die sich mit folgenden Schlagworten kurz wiederholen lassen: genaue Diagnose, die besonders auch auf das Vorhandensein einer Grundkrankheit gerichtet ist, Feststellung und Behandlung der Schmerzpunkte mit der Anode, Stromdichte $^1/_{20}$, Wahl der Elektroden dem betr. Applicationsort angemessen.

Beobachtung 11.

23. Februar 1892. Emil W . . . ., Schneider.

Rheumatische Ischias, durch Influenza verschlimmert.

Pat. leidet seit 1870/71 an „Reissen“ im rechten Bein und im Kreuz. Die Schmerzen traten periodenweise auf.

Vor einigen Monaten hatte Pat. Influenza und war längere Zeit bettlägerig. Seit 14 Tagen haben sich die Schmerzen derartig vermehrt, dass Pat. oft nicht schlafen konnte; in den letzten Tagen ist eine geringe Besserung eingetreten.

Die Schmerzen sind lokalisirt besonders an der Austrittsstelle des N. ischiadicus, an welcher Stelle der Fingerdruck erheblich schmerzt; sie ziehen sich an der hintern Seite des Oberschenkels herunter bis zur Kniekehle. Zwischen den Köpfen des gastrocnemius findet sich ein Schmerzdruckpunkt.

Es besteht eine deutliche Atrophie der Muskulatur des rechten Oberschenkels.

Die galvanische Behandlung begann am 23. Februar, und zwar wurden an den ersten drei Sitzungstagen je zwei Stationen gemacht: 1) Austrittsstelle des Ischiadicus — rechte Leistenbeuge, und 2) Kniekehle — Gegend unterhalb der patella. Elektroden von 50 cm², An. auf den Schmerzdruckpunkten; Dauer der Sitzung je eine Minute, bei 2 Stationen für jede derselben $^3/_4$, also im Ganzen $1^1/_2$ Minute.

Galvanisationen im Februar am:	23.	24.	26.	29.
	12. 0,5	6. 0,3	6. 0,4	12. 0,4

(Von den Bezeichnungen 12. 0,5 u. s. w. bedeutet die erstere die Zahl der Elemente, die letztere die MA.)

im März am:	3.	5.	7.	8.	10.	12.
	12. 0,3	id.	12. 0,4	12. 0,3	id.	id.
	15.	18.	22.	29.		
	id.	6. 0,3	12. 0,5	12. 0,5		

im April am:	5.	12.
	12. 0,5	12. 0,5.

Eine Besserung tritt schon nach den ersten Galvanisationen ein, so dass z. B. von da ab Nachts niemals eine Störung des Schlafes vorkommt. Mitte März kann Pat. schon stundenlange Spaziergänge machen, wenn auch noch eine gewisse Schwäche im Bein sich bemerkbar macht. Die Muskulatur des rechten Beins hat dabei auffällig zugenommen.

Beobachtung 12.

Juli 1890. Herr G . . . ., Kaufmann.

Ischias.

Seit 3 Monaten hat der mittelstarke Pat. ein Schwächegefühl im linken Bein, ein Gefühl des Luftzuges, des Kaltseins, besonders in der Ruhe (besser bei Bewegung), das sich von der linken Seite des Kreuzbeins über die hintere Seite des Oberschenkels und der Wade nach dem äussern Fussrücken erstreckt. Besonders im Fuss fühlt er einen fast kontinuirlichen brennenden Schmerz.

Der Schlaf wird durch die Beschwerden nicht gestört.

Ursache des Leidens wird darin gesucht, dass Pat. sehr viel auf kaltem Boden stehen muss.

Das Gefühl ist an den angegebenen Stellen herabgesetzt; die Empfindung ist hier nicht so klar und deutlich wie am gesunden Bein.

Eine siebenmalige Galvanisation: in 2 Stationen An. 50 cm^2 über linkem Kreuzbeinrand, Ka in der Leistenbeuge und dann An. 50 cm^2 Kniekehle, Ka 50 cm^2 Kniegegend, je 1 Minute. Beseitigte mit $J = 2$ MA die Beschwerden.

Beobachtung 13.

12. April 1891. Oberfeuerwehrmann T. . . . . ., 51 J.

Stechender kontinuirlicher Schmerz an dem (im Jahre 1880) durch Brand stark verletzten linken Arm (alte Brandnarben besonders an der linken Hand) in der Gegend des motorischen Punktes für den N. radialis. Der Schmerz begann vor etwa 6 Wochen im Schultergelenk, verzog sich dann von dort, um an dem beschriebenen Punkte sich festzusetzen. Veranlassung unklar. 4 Mal Galvanisation, An. 50 cm^2 über dem Schmerzpunkt, Ka im sulc. bicip. 50 cm^2 $D = \frac{1}{50}$. Der Schmerz ist beseitigt. (Bis 2. Mai 1891 kein Recidiv, desgleichen nicht bis 2. Juni 1891.)

Beobachtung 14.

December 1891. Pascha X., Zofe. — Petersburg.

Interkostalneuralgie. (Chronischer Fall.)

Da Patientin nur die russische Sprache versteht, ist die Verständigung mit ihr schwer. Sie leidet seit etwa acht Jahren an Schmerzen im Bereich des dritten und vierten linken Interkostalraums, die in mässigem Grade konstant sind und sich von Zeit zu Zeit zu schweren Schmerzanfällen verstärken. Druckschmerzpunkte nicht vorhanden. Krankheitsursache unbekannt.

Galv. An. 50 cm^2 links vom Brustbein über dem dritten und vierten Interkostalraum, Ka 50 cm^2 über dem dritten

und vierten Brustwirbel, $D = \frac{0,5}{50}$, 1 Minute. Wiederholung am nächsten Tage. Gleich nach der ersten Galvanisation wird Besserung angegeben, die durch die zweite Galvanisation noch gesteigert wird. Der letzte Rest von Schmerzen wird durch eine dritte und vierte Galvanisation im Verlauf der nächsten 14 Tage beseitigt.

Pat. ist seitdem bis heute (Juni 1892) ganz ohne Schmerzen gewesen.

Beobachtung 15.

31. Juli 1890. Gust. D. . . . . Feuerwehrmann, 28 J. (Dr. Wassmund.)

Reflexneurose.

Bis vorgestern ganz gesund.

Vorgestern frühmorgens 6 Uhr „Zucken“ in der rechten Hand (Greifbewegungen), gestern Krampf im rechten Arm (Beuge- und Streckbewegungen abwechselnd). Kein Schmerz. Der Krampf wiederholt sich häufig, besonders bei der Berührung mit kaltem Wasser, der Arm ist subjektiv schlaffer wie der linke.

Sehr ausgeprägter Schmerzdruckpunkt über dem plexus infraclavicularis. Die grobe motorische Kraft in beiden Händen gleich, nur soll der Daumen nicht so kräftig sein wie früher.

Aetiologisch wird die Affektion — nach vielem Hin- und Herfragen — auf einen beim Schieben eines Wasserwagens mit der Schulter auf den plexus ausgeübten Druck zurückgeführt und das Leiden als traumatischer Reflexkrampf aufgefasst.

Demgemäss wird auch die Therapie eingerichtet: An. 20 cm^2 auf die schmerzhafte Stelle; Ka 50 cm^2 im Nacken 2 Minuten, 1 MA. 1. Oktober 1890. Am nächsten Tage erhebliche Besserung; Pat. hat gestern viel in kaltem Wasser hantirt und keinen Krampf bekommen; auch das taube Gefühl im Arm ist geschwunden.

Durch die zweite Galvanisation wird der letzte Rest der Beschwerden beseitigt.

Beobachtung 16.

Oktober 1892. Schwester Auguste Th . . . ., 20 J.

Trigeminus-Neuralgie.

Kleine gracile Person mit sehr blasser Gesichtshaut und müdem, schmerzlichem Gesichtsausdruck, fühlt sich sehr matt und schwach und giebt an, dass sie in letzter Zeit stark abgemagert wäre.

Vor zehn Wochen traten Schmerzen in der rechten Gesichtshälfte auf. Da man die Schuld auf die Zähne schob, so wurden in Narkose auf einmal zwölf Zähne (zum grössten Theil gesunde) gezogen! Waren die Schmerzen bis dahin nicht arg gewesen, so wurden sie es nach diesem gewaltigen, man könnte wohl sagen brutalen ärztlichen Eingriff! Der Charakter der Schmerzen, die vorher mehr kontinuirlich gewesen waren, änderte sich — sie traten anfallsweise auf, täglich zwei- bis dreimal, zu ganz bestimmten Stunden: um $^1/_2$9, um $^1/_2$1 und um $^1/_2$4 Uhr, zuweilen, jedoch seltener, auch Nachts. Patientin sagt, dass die Schmerzen kaum erträglich wären, es sei zum rasend werden, wenn der Schmerz mit voller Heftigkeit einsetze.

Cocain-Injectionen, Antipyrin, Chinin etc. ohne jede Einwirkung.

Die galvanische Behandlung der Patientin nahm zwar lange Zeit in Anspruch, vom 17. Oktober 1891 bis Mitte Januar 1892, führte aber eine vollständige Genesung herbei. Mitte Januar wurden einige Gaben Arsen gereicht, im Uebrigen war von jeder andern Behandlungsweise abgesehen worden.

Der Lauf der Behandlung je nach dem Wechsel der Symptome wird soweit interessiren, dass eine genaue Angabe über die im Laufe der Zeit angewandten Elektrisationen gerechtfertigt erscheint.

Galv. im Oktober am	17.	19.	20.	21.	22.	23.
	6. 0,3.	id.	id.	id.	3. 0,2.	3. 0,3.

24.	26.	29.	31.
3. 0,2.	12. 0,3.	id.	id.

(Bei den Zahlen 6. 0,3 bedeutet die erste die Anzahl der Elemente, die letztere die MA.)

Am 19. Oktober ist notirt: Früh und Nachmittags Anfall, aber nicht so stark, jeder etwa $^3/_4$ Stunden dauernd, Nachts von 10 bis $^1/_2$5 Uhr geschlafen, Appetit und Allgemeinbefinden im Allgemeinen zufriedenstellend.

Am 22. Oktober keine anfallsweise auftretenden Schmerzen; dagegen Schmerzen (nicht heftig) auf der ganzen rechten Seite, den Tag über anhaltend. Während der Nacht fast gar kein Schlaf, Unruhe.

23. Oktober. Gestern und vorgestern Schmerzen sehr erträglich. Nachts wieder besser, nur Unruhe.

26. Oktober. Heute Morgen sehr starke Schmerzen, die bis gegen Mittag andauerten. Nach der Galv. 12. 0,3 liessen die Schmerzen nach und blieben dann einige Tage ganz fort.

Am 29. Oktober: in der vorletzten Nacht sehr starke Schmerzen, die die Pat. nicht schlafen liessen — gestern leise Schmerzen ohne Anfälle, letzte Nacht besser geschlafen, heute leises Ziehen, noch kein Anfall.

Im November:	2.	4.	7.	9.	12.	14.	17.	18.	19.
	12. 0,3.	id.	12. 0,2.	id.	id.	id.	6. 0,5.	id.	6. 0,2.
		20.	21.	25.	28.				
		id.	id.	id.	id.				

Ende Oktober hörten die anfallsweise auftretenden Schmerzen ganz auf, dafür erschienen ziehende Schmerzen, die auf den rechten infraorbitalis beschränkt waren. Es hatte sich also wohl eine Einschränkung des Schmerzgebietes vollzogen. Die Austrittsstelle des infraorbitalis hatte einen sehr empfindlichen Druckpunkt, überhaupt war die ganze rechte Wange bei Druck und Berührung äusserst empfindlich. Die An. wird nunmehr immer über der Eingangsstelle des infraorbitalis aufgesetzt.

Am 16. November haben die ziehenden Schmerzen aufgehört, dafür ist ein schmerzhaftes Zucken in der rechten Schläfe aufgetreten, das indess am 21. November nach wenigen Beeinflussungen dieser Stelle mit der An. schon geschwunden ist.

Am 19. November wird für 8 Tage ein allabendliches lauwarmes Fussbad verordnet.

Im December:	1.	4.	9.	12.	14.	19.	22.	28.
	6. 0,2.	id.	6. 0,5.	12. 0,3.	id.	id.	id.	id.

und im Januar:	2.	4.	7.	9.	11.	14.
	12. 0,3.	id.	12. 0,1.	12. 0,2.	id.	12.0,3.

Mehrere Anfälle traten noch auf in der dritten Woche des November. Am 12. December ist notirt: Patientin hat noch immer eine blassgelbe, sehr zarte Gesichtsfarbe, der Blick ist trübe, das Allgemeinbefinden nicht besonders, obwohl sie nun seit 3 Wochen keinen Anfall mehr gehabt hat. Indessen klagt sie immer noch über leise ziehende Schmerzen in der rechten Schläfe, die bis zum Jochbein herabgehen.

Seit einigen Tagen Uebelkeit, Aufsteigen eines Klosses von der Magengegend bis zum Halse — von oben zieht sich dies Gefühl wieder herunter, und in der linken Bauchgegend kommt es anfallsweise zum „Rollen und Wälzen" — süsssaures Aufstossen, Brechneigung — Frieren und Frösteln, innerliches Zittern. — Allgemeine Schwäche und Mattigkeit. — Pat. macht noch einen recht kranken Eindruck.

Mitte Januar bekommt Pat. einige Gaben Arsen und geht dann zur Erholung auf's Land. Die eben geschilderten Symptome dauerten nur kurze Zeit.

Anfang Juni sehe ich Patientin wieder; sie hat eine frische Gesichtsfarbe, fühlt sich wohl und will in den nächsten Tagen die Krankenpflege wieder aufnehmen.

Erwähnen möchte ich hier nur kurz, dass ich glaube, der Fall hätte viel günstiger verlaufen können, wenn man nicht gleich in der ersten Zeit die einzelnen Galvanisationen zu schnell hätte auf einander folgen lassen. Immerhin ist das Resultat bei der Schwere des Falles eminent günstig.

In Anbetracht solcher Beobachtungen dürfte die Frage berechtigt erscheinen, ob es nicht an der Zeit wäre, die ärztliche Kunst und Wissenschaft durch allseitigere Unterweisung ihrer Jünger in therapeutischen Dingen auf eine derartige Stufe zu stellen, dass so grobe Kunstfehler *so brutaler Art nicht* mehr vorkommen können!

II. Krankheiten der motorischen Nerven.

a. Entzündung, Neuritis, deren Hauptsymptom Lähmung.

Die Elektrodiagnostik erforderte es, den Begriff der peripheren motorischen Nerven etwas weiter auszudehnen, nämlich darunter ausser den peripheren Nervenbahnen an sich auch die motorischen Kerne derselben zu verstehen, welche im Rückenmark von den grauen Vordersäulen, in der medulla oblongata von den grauen Nervenkernen gebildet werden. Die Begriffserweiterung war deshalb nöthig, weil alle Verletzungen im Laufe dieser ganzen Bahn früher oder später zu gleichen charakteristischen Veränderungen der elektrischen Reaction führen, welche auf S. 181 u. ff. bes. 190 als Entartungsreaction ausführlich beschrieben worden sind.

Vom Standpunkte der Elektrotherapie ist es zweckmässiger, den Begriff der peripheren motorischen Nerven einzuschränken und darunter mit Ausschluss des in der medulla oder medulla oblongata verlaufenden Theiles nur die rein periphere Strecke des Nerven zu verstehen, also die Strecke von seinem Austritt aus dem Centralorgan bis zur Nervenendplatte.

Dieser letztere Begriff wird gewöhnlich mit dem Namen der peripheren motorischen Nerven verbunden. An dieser Stelle sollte nur noch einmal darauf aufmerksam gemacht werden, dass überall da, wo elektrodiagnostische Eigenheiten des peripheren Nerven zur Sprache kommen, eine andere Bedeutung des Wortes daran geknüpft ist.

Ein weites Feld für das Eingreifen der Elektrotherapie bietet sich bei allen Zuständen der Entzündung der Nerven, der Neuritis; ja, man kann wohl mit Recht sagen, dass die Elektrotherapie dabei nicht nur nicht irgend einer anderen Behandlungsweise nachsteht, sondern sie alle weit überragt.

Die Methode ist im Allgemeinen folgende:

Die Anode von 50 cm² wird, wo es angeht, auf dem *Nervenplexus* oder dem Stamm des kranken Nerven auf-

gesetzt, also bei einer Neuritis des ischiadicus auf den Rand der erkrankten Seite des Kreuzbeins, bei einer Affection des cruralis auf den Stamm desselben unterhalb des Poupart'schen Bandes, bei einer Lähmung des radialis, medianus oder ulnaris in der Achselhöhle, bei einer Facialislähmung hinten im Nacken.

Während die Anode von dem Patienten an der ihr angewiesenen Stelle während der ganzen Sitzung gehalten wird, wird eine an einem Kugelgriff festgeschraubte Elektrode von 20 cm², nachdem sie gehörig befeuchtet, auf irgend einer Stelle des kranken Körpertheils aufgesetzt und 1 MA eingeschaltet. Mit dieser Elektrode (der Kathode) behandelt man nun das ganze kranke Glied in der Weise, dass man z. B. am Arm auf der Beugeseite unter ziemlich kräftigem Druck, und ohne die Elektrode jemals von der Haut abzuheben, langsam zehnmal hin- und herstreicht, um möglichst jede Stelle der Haut mit dem elektrischen Strom in Berührung zu bringen. Dasselbe geschieht auf der Streckseite, und schliesslich werden die einzelnen Finger und die obere und untere Handfläche unter etwas schnellerem Hin- und Herstreichen gleichfalls behandelt.

Während man mit der Elektrode auf- und abstreicht, ergeht sich die Galvanometernadel in lebhaften Schwingungen; man führe die Striche so langsam aus, dass die Schwingungen nicht zu heftig werden und eine bestimmte Strecke, in unserem Falle zwischen 1,0 und 1,5 MA, einhalten. Die ganze Sitzung dauert etwa 2 Minuten.

Aehnliches gilt für die Behandlung einer Neuritis der Beinnerven. Will man sich auf das Gebiet des erkrankten Nerven beschränken, so ist dagegen nichts einzuwenden.

In älteren Fällen und bei späteren Sitzungen kann man die Stromstärke zwischen 1,5 und 2,0, auch zwischen 2,0 und 2,5 MA schwanken lassen. Darüber hinaus wird man nur bei sehr torpiden und veralteten Fällen gehen. Die für die Behandlung der Neuritis am Arm und Bein nothwendige Stromdichte ist also zu Anfang derselben $\frac{1,0-1,5}{20}$, späterhin $\frac{1,5-2,0-2,5}{20}$. Die absichtliche Auslösung

von Zuckungen ist nicht nur nicht nöthig, sondern sogar schädlich.

In denjenigen Fällen, wo es gelingt, den Sitz der auf einen oder mehrere kleine Heerde beschränkten neuritischen Affection genau festzustellen, z. B. bei einer traumatischen Radialislähmung (Schlaflähmung), ist es zweckmässig, eine *stabile galvanische Behandlung* einzuleiten und zwar genau so, wie sie bei den Neuralgien beschrieben ist, eventuell auch diese mit jener zu verbinden, sodass man bei täglichen Sitzungen mit der stabilen und labilen Behandlung abwechselt oder auch beide in derselben Sitzung zusammen anwendet.

Jedenfalls ist es von Bedeutung, den Zweck der elektrischen Behandlung einer Neuritis immer im Auge zu behalten: die günstige Beeinflussung eines im *Nerven* sich *abspielenden entzündlichen oder destructiven Processes*. Mit der Verminderung der entzündlichen Vorgänge im Nerven durch den elektrischen Strom werden gleichzeitig alle Symptome der Neuritis eine Besserung erfahren. Die *motorische Lähmung* wird allmählich schwinden und eine grössere am Dynamometer zu controlirende Muskelkraft sich einstellen, die Muskeln im Gebiete der befallenen Nerven, welche zuert eine deutliche *Atrophie* gezeigt hatten, gewinnen ihren früheren Umfang wieder, die *Schmerzen, Anästhesien, Parästhesien und Hyperästhesien*, welche von der verletzten Stelle aus in das ganze Gebiet des kranken Nerven ausstrahlten, machen einem normalen Gefühl Platz, und die *vasomotorischen und trophischen Störungen*, die an der Haut, Haaren, Nägeln und auch an den Gelenken aufgetreten, beginnen sich zurückzubilden. Auch die elektrische Erregbarkeit der Nerven und Muskeln, welche in Gestalt einer partiellen oder completen Entartungsreaction pathologisch geworden war, wird wieder in normale Bahnen zurückgeführt.

Wenn die geschilderte Behandlungsmethode insbesondere für die Symptome der Lähmung und der Muskelatrophien, die stabile galvanische Behandlung dagegen zur Beseitigung r Schmerzen angepasst erscheint, so handelt es sich häufig um die Entfernung sehr lästiger An- und Parästhesien,

welche als letzter Rest der Neuritis, auch nach sorgfältigster galvanischer Behandlung, zurückgeblieben sind. In solchen Fällen nimmt man noch den faradischen Pinsel oder den Franklin'schen Büschel- und Funkenstrom zu Hilfe, wie deren Anwendung bei den Neuralgien (S. 284) bereits eingehend geschildert worden ist.

Die beschriebene Behandlungsmethode passt im Allgemeinen für alle Fälle von Neuritis, ganz gleich, ob dieselbe auf traumatischem oder rheumatischem Wege, durch Entzündungen der Nachbarschaft, durch Quecksilber-, Alkohol-, Blei- oder Arsenik-Intoxication oder durch infectiöse Krankheiten (Diphtherie, multiple Neuritis) hervorgerufen ist.

Einige Fälle wichtiger neuritischer Lähmungen sollen noch besonders hervorgehoben und im Anschluss daran die Prognose besprochen werden.

Bei der rheumatischen Facialislähmung unterscheidet man bekanntlich 3 Formen oder Grade: 1) Leichte Form, einfache quantitative Herabsetzung der elektrischen Erregbarkeit. Die Heilung erfolgt in 2 bis 3 Wochen. 2) Mittelform, partielle EaR, Heilung in 6—10 Wochen. 3) Schwere Form, complete EaR, Heilung in 6—15 Monaten. Eine vierte unheilbare Form könnte man noch beifügen, bei welcher bald totale Unerregbarkeit der Muskeln und Nerven eintritt, die niemals wiederhergestellt werden kann.

Es ist ganz unzweifelhaft, dass leichte Facialis-Paresen auch ohne elektrische Behandlung in Heilung übergehen können, aber ebenso gewiss ist es, dass uns die Elektricität in doppelter Beziehung gerade hierbei unschätzbare Dienste leistet: einmal bezüglich der Prognose, die wir mittels der elektrodiagnostischen Untersuchung in dem eben angegebenen Sinne ziemlich sicher feststellen können, und fernerhin durch die Behandlung selbst, welche entschieden den Heilungsprocess wesentlich beschleunigt.

Was die letztere anlangt, so sind noch einige Angaben nachzutragen. Zur labilen Galvanisation der Facialis-Parese wählt man eine Elektrode von 10 cm^2 als Kathode — die Anode von 50 cm^2 wird von dem Patienten *im Nacken* festgehalten — und streicht zuerst von dem

äussern Gehörgang der erkrankten Seite bis zur Mitte der Stirn 10mal langsam auf und ab, dann führt man 10 kreisförmige Striche über dem geschlossenen Auge aus, geht dann auf den mittleren Facialis über, welchen man 10mal hin und 10mal zurück von dem Process. mastoideus bis zur Nase bestreicht, um schliesslich noch den untern Facialis mit einer ähnlichen Procedur zu bedenken. Die Galvanometernadel soll dabei zwischen 0,75 und 1,0 MA schwanken, bei ganz alten Processen allenfalls auch bis 2,0 MA ausschlagen, sodass die Stromdichte im ersteren Fall $\frac{0{,}75-1{,}0}{20}$, im letztern $\frac{2{,}0}{20}$ beträgt.

Eine Verwendung des faradischen Stromes ist für die Behandlung der Facialislähmung nicht anzurathen, insbesondere auch vor Strömen zu warnen, die starke Zuckungen auslösen; es scheint, als ob gerade durch solche kräftige Reizungen das Eintreten sehr lästiger und entstellender Muskelcontracturen begünstigt wird. Sind dieselben einmal entstanden — ganz gleich, durch welche Ursache — so mag man versuchen, sie durch eine labile galvanische Behandlung, eventuell unter Benutzung etwas grösserer Stromdichten, wieder zu lösen. Bedeutende Erfolge darf man sich davon nicht versprechen, immerhin kann man eine Linderung des Leidens erwarten.

Bei den neuritischen Facialis-Paralysen, die durch Traumen, wie Operationen an der Parotis, oder durch Otitis interna, Caries des Felsenbeins u. s. w. oder durch Atrophie des Facialiskernes entstanden sind, wird man durch eine genaue elektrodiagnostische Untersuchung (vgl. S. 148) sehr bald die Schwere des Falles feststellen können, während die auf Geschmack und Gehör gerichtete Untersuchung, event. auch die Complicationen, das Bild der ganzen Krankheit vervollständigen müssen. Die Behandlung bedarf in solchen Fällen keiner Abweichung von der geschilderten Methode; allenfalls ist hier noch die stabile Galvanisation mehr heranzuziehen, um auf etwaige Narben, Entzündungsresiduen u. s. w. an der erkrankten Stelle einzu-

Ganz ähnlich wie die Facialislähmung sind alle rheumatisch-neuritischen und traumatisch-neuritischen Lähmungen zu beurtheilen und zu behandeln. Einfache Herabsetzung der elektrischen Erregbarkeit giebt eine günstige Prognose; es verschlechtert sich dieselbe bezüglich der Zeitdauer bis zur Heilung, wenn partielle EaR gefunden wird, und sie wird ungünstig, d. h. es können viele Monate vergehen bis zur Wiederherstellung, wenn complete EaR eingetreten ist. Die schlimmsten Fälle sind diejenigen, bei denen eine mehrere Wochen anhaltende totale Unerregbarkeit der Nerven und Muskeln gegen faradischen und galvanischen Strom constatirt ist. Sie gehören meist zu den unheilbaren.

Was ihre Behandlung anlangt, so sind in Bezug auf die Stromdichte keine besondern Ausnahmen zu melden. Die Stellung der Pole u. s. w. ist auch schon genügend gekennzeichnet.

Solche rheumatisch-neuritische und traumatisch-neuritische Lähmungen kommen vor im Accessorius (Lähmung des Musc. cucullaris und sternocleidomastoideus), im Plexus brachialis und dessen Theilen: dem Nervenbezirk, welcher deltoideus, brachialis internus, biceps und supinator longus versorgt (Erb'sche Lähmung), im Nerv. thoracicus longus (Serratus-Lähmung), im Nerv. suprascapularis (Lähmung des Musc. supraspinatus und infraspinatus), im Medianus, Ulnaris und Radialis (Schlaflähmung). In den unteren Extremitäten sind solche Lähmungen verhältnissmässig seltener, kommen aber auch vor, besonders im Peroneus.

Die toxischen Neuritiden (durch Blei, Arsenik, Quecksilber, Alkohol) sind wohl nur Symptome einer allgemeinen Intoxiation, und die Störungen in den Nerven und Muskeln sind in ausgesprochenen Fällen so ausgedehnt, dass die Anwendung der Elektricität auf Schwierigkeiten stossen würde. Deshalb wird meistens eine allgemeine Behandlung mit Bädern, Jodkali, Opium u. s. w. je nachdem vorzuziehen sein, und nur besonders hervortretender lästiger Symptome kann sich die Elektrotherapie annehmen.

Bei der Bleiintoxication wird sehr häufig die Läh-

mung der Armextensoren Gegenstand der elektrischen Behandlung; die Prognose ist von dem Resultat der elektrodiagnostischen Untersuchung abhängig zu machen. Je schwerer die Form der EaR, desto längeres Ziel muss für die Heilung gesetzt werden, für welche indessen keine andere Behandlung bessere Garantien bietet, als die elektrische.

Die Methode ist die gleiche, wie bei jeder andern Lähmung. Man hüte sich, durch starke Muskel- und Nervenerregungen mittels häufiger Stromunterbrechungen und Wendungen die Cur zu forciren.

Ist neben dem neuritischen Hauptsymptom, der Lähmung, ausgesprochene Anästhesie vorhanden oder Tremor, so thut man gut, neben der labilen galvanischen Behandlung noch den faradischen Pinsel in milder Weise anzuwenden.

Für die Neuritiden durch Alkohol, Quecksilber und Arsenik gilt mutatis mutandis das von der Neuritis saturnina (vulgo Bleilähmung) Gesagte.

Auch für die neuritischen Lähmungen nach Infectionskrankheiten, z. B. nach Diphtherie, ist als wesentlich nur die Behandlung der Lähmungen der Gaumensegel und der Schlingmuskulatur hinzuzufügen.

Bei der ersteren bedient man sich einer katheterförmigen Elektrode mit kleinem Knopfansatz, die man auf das Gaumensegel setzt und mit kurzen Pausen gegen 20 Stromschliessungen und Oeffnungen ausführt. Die Anode steht dabei als Elektrode von 50 cm² im Nacken. Der Strom soll (nach Erb) so stark sein, dass in der benachbarten Wangen- und Zungenmuskulatur leichte Zuckungen eintreten.

Auf eine directe Reizung der Schlingmuskulatur leistet man besser Verzicht. Indessen lässt sich dieselbe auf reflectorischem Wege dadurch sehr gut erregen, dass man, während die Anode von 50 cm² im Nacken placirt ist, mit der Kathode von 20 cm² langsam, aber kräftig zu beiden Seiten des Kehlkopfes je zehnmal auf und abstreicht. Wenn die Stromdichte gross genug, was normal gewöhnlich bei 1/10 der Fall, so löst jeder Strich eine Schlingbewegung

aus; grössere Stromdichten braucht man auch in pathologischen Fällen nicht.

Beobachtung 17.

März 1892. Carl B . . . . ., 24 J., Schlosser. (Dr. Silex.)

Rheumatische Facialislähmung.

Seit vier Tagen Lähmung der linken Gesichtshälfte, angeblich entstanden durch starke Zugluft bei Dacharbeit. Zuerst Thränen des linken Auges — dann „Reissen" vom Ohr ab den Unterkiefer entlang — schliesslich wurde der Mund schief (Angaben des Pat.).

Linkes oberes Augenlid ist fast gar nicht beweglich — linke Stirnhälfte steht bei jedem Bewegungsversuch ganz still — Mundlähmung der Intensität nach mittleren Grades — Zunge gerade herausgestreckt, leicht grau, Spitze rot, hinten in der Raphe rissig — keine Gaumensegellähmung — subjekt. unbestimmter Geschmack, aber keine Geschmacksstörungen nachweisbar — Sensibilität, Gehör etc. intakt.

Hinter dem linken Ohr über und unter dem proc. mastoid. starke Schwellung und Röthung der Haut, die spontan und auf Druck schmerzt. Die gelähmten Partien sehen etwas geschwollen aus.

Eine elektrodiagnostische Prüfung wird absichtlich unterlassen.

Galv. am	14.	16.	17.	18.	19.	21.	22.	24.	26.
	6. 0,2	id.	id.	12. 0,3	id.	id.	12. 0,5	id.	id.

28.	30. März u. am	1.	4.	12. April
6. 0,3	6. 0,3	3. 0,1	12. 05	3. 0,1.

Bei jeder Galvanisation werden 2 Stationen, jede von etwa $^3/_4$ Minute gemacht: Während die An. hinter dem linken Ohr über dem Facialis-Stamm steht, wird die Ka bei 1) auf die Wange oder auf den Mund, bei 2) abwechselnd auf das Auge oder an die Nase gesetzt; bei der dritten Galvanisation mit 0,3 eine Wendung; die Nadel hatte vorher in Folge einer Unvorsichtigkeit bis 1,0 ausgeschlagen.

Bei der Galvanisation am 24. März bei jeder Station

eine Wendung, desgl. bei der Galvanisation am 28. und 30. März, sowie am 12. April.

In dem Protokoll ist notirt: am 16. März: Auge geht viel besser zu, bei Augenschluss bleibt links Lidspalte von 2 mm übrig: — am 18. März: die verhärteten Partien hinter dem Ohr sind weicher geworden. Auge thränt sehr stark, die Thränen sind heiss — gestern und vorgestern starkes Reissen in den gelähmten Partien, die geschwollen aussehen.

Am 21. März. Noch Schmerzen im Bereich des gelähmten Gebietes — besonders im Ohr — Auge geht fast ganz zu — Stirn ein wenig bewegungsfähig, am schlechtesten mittlerer VII.

Am 24. März. Auge ganz schlussfähig, aber noch nicht mit alter Kraft, am schlechtesten mittlerer VII.

Am 26. März. Die Funktion der Nasenmuskeln stellt sich ein.

Am 28. März. Funktion der Augenmuskeln doch noch schwach.

Als Patient die Poliklinik verliess, war in der Bewegungsfähigkeit im linken VII. Gebiete kein Unterschied im Vergleich zur rechten Gesichtshälfte zu bemerken.

Beobachtung 18.

März 1888. Fräulein L........., Wäscherin, 20 J.

Neuritis einiger Zweige des linken nerv. medianus.

Vor circa 8 Wochen hatte sich Patientin beim „Wäscheringen" das linke Handgelenk „verdreht", wodurch sich „Gelenkwasser" gebildet hatte. Es handelte sich also um eine Arthritis exsudativa des linken Handgelenks. Aerztlicherseits wurden drei Incisionen gemacht: 1) 2,5 cm lang, parallel dem Verlauf des medianus, etwa 1 cm von demselben entfernt, 2) 1,5 cm lang an der Basis des Daumenballens, 3) 2 cm lang mitten in der Hohlhand. Symptome; Röthung und Glätte der Haut der linken Hand, Hyperhidrosis, Hypertrichosis auf Handrücken und Unterarm. Hyperästhesie der ganzen Handfläche, während auf dem Handrücken Nadelstiche beiderseits gleich empfunden werden. Drucksinn und Temperatursinn normal.

Mangelhafte Flexion und Extension der Hand und der Finger, Abduktion des Daumens ebenso wie Adduktion und Opposition sehr gestört. Handdruck am Dynamometer 0^0.

Biceps und Unterarmmuskeln links erheblich schwächer wie rechts (Inaktivitätsatrophie).

Die elektrischse Untersuchung ergiebt am linken opponens bei faradischer und galvanischer Prüfung für die annähernd gleichen Stromstärken wie rechts eine träge Zuckung — ohne weitere Erscheinungen von EaR.

Behandlung. An. 50 cm^2 in der Achselhöhle, labile Galvanisation der Hand und des Unterarms mit Ka = 10 cm^2 und $J = 1—1{,}5$ MA, also $D = \frac{1—1{,}5}{10}$.

Nach fünfmaliger Galvanisation, am 27. März 1888 wird am Dynamometer 5^0 (rechts 55^0) gedrückt, am 29. März 10^0, am 21. April 20^0, gegen Ende des Monats 40^0. Patientin fühlte sich damals wieder arbeitsfähig und entzog sich der Behandlung.

b. Motorische Reizerscheinungen.

Der motorische Nerv antwortet auf Reize, die ihm an irgend einer Stelle seiner Bahn beigebracht werden, durch Erregung von Zuckungen in den ihm zugehörigen Muskeln, welche im Allgemeinem als Krämpfe (localisirte Krämpfe, im Gegensatz zu den allgemeinen Krämpfen bei Hysterie und Epilepsie) bezeichnet werden, und entweder als tonische oder als clonische Krämpfe in die Erscheinung treten (s. darüber z. B. Strümpell).

In solchem Sinne reicht das Gebiet des motorischen Nerven von dem psychomotorischen Centrum in der grauen Hirnrinde bis zur Nervenendplatte in den Muskeln. Zur Beurtheilung eines Krankheitsfalles, in dem der Krampf das hervorragendste Symptom bildet, genügt es aber nicht, den Reizzustand als solchen zu constatiren, sondern es gilt, mittels aller Hilfsmittel der Diagnostik den den Reiz ausübenden Krankheitsheerd zu localisiren; es ist für die Auffassung des Falles und für die Therapie unentbehrlich, zu wissen, ob der Krampf durch eine Erkrankung der

grauen Hirnrinde oder der Leitungsbahn im Gehirn ausgelöst wird, ob die grossen Ganglienzellen in den Vordersäulen, die motorischen Wurzeln, die peripheren Nerven (im engern Sinne) oder die Nervenendplatten von einer krampfverursachenden Affection betroffen sind.

Und schliesslich hat man auch noch in Erwägung zu ziehen, dass bei einer grossen Zahl von Krämpfen der schädigende Reiz die motorischen Nerven nicht direct trifft, sondern in sensiblen Nerven seinen Sitz hat und erst durch einen Reflexvorgang auf jene übertragen wird.

In solchen Fällen sogenannter Reflexkrämpfe, wie sie im Gebiet des Facialis z. B. durch cariöse Zähne (Trigeminus-Gebiet) und in gemischten Nerven durch Verletzungen oder Narben in den von ihnen versorgten Organen ausgelöst werden, hat man natürlich den Krankheitsheerd entweder zu entfernen oder einer Behandlung zu unterwerfen, die ja sicherlich in vielen Fällen mittels des elektrischen Stromes ausgeführt werden kann.

Ein näheres Eingehen auf dieses sehr interessante Capitel der Nervenpathologie verbietet leider der zur Verfügung stehende Raum. Man orientirt sich darüber bei Strümpell und Hirt oder in den Artikeln über Krämpfe und Contracturen von Arndt und Seeligmüller in der Realencyklopädie.

Die Diagnose in dem angedeuteten Sinne stösst häufig auf unüberwindliche Schwierigkeiten.

In einer Anzahl von Fällen geben die den Krampf begleitenden Symptome den richtigen Anhalt, dass man es z. B. mit einer von Krampf begleiteten cerebralen oder spinalen Erkrankung zu thun hat. Es versteht sich von selbst, dass dann die Behandlung auf diese gerichtet sein muss. In anderen Fällen gelingt es mit allen Hilfsmitteln der Diagnostik nicht, Begleitsymptome des Krampfes aufzufinden; der Krampf imponirt als ein eignes selbständiges Krankheitsbild, und solche Fälle sind es gerade am allermeisten, für welche die elektrische Behandlung in Anspruch genommen wird.

Die Erfolge der Elektrotherapie bei den Krämpfen stehen *weit hinter* denen, welche für die Neuralgien gerühmt

werden konnten, zurück; immerhin kann man soviel sagen, dass es bei dieser Krankheit nicht viele Heilmittel giebt, welche vor der Elektricität den Vorzug verdienen.

Die Methode der Behandlung der Krämpfe ist genau dieselbe, wie sie für die Lähmungen angegeben worden ist (vgl. S. 296 ff.). Der galvanische Strom hat im Allgemeinen vor dem faradischen den Vorzug. Ueber den Franklin'schen Strom liegen noch wenig diesbezügliche Erfahrungen vor; im Interesse der Sache wären weitere Versuche damit höchst wünschenswerth.

Ein Krampf, für den nicht selten eine elektrische Behandlung gewünscht wird, ist der Kaumuskelkrampf (Krampf im motorischen Gebiet des Trigeminus), der als tonische Form den Namen Trismus erhalten hat, während die klonische Form als mastikatorischer Gesichtskrampf bezeichnet wird. Benedikt wendet bei der stabilen Durchleitung des galvanischen Stromes durch die Gegend der Kiefergelenke noch Volta'sche Alternativen an und berichtet auch über Heilungen hartnäckiger Formen mittels des Franklin'schen Büschelstromes.

Der häufigste und darum auch der wichtigste aller Krampfformen ist der klonische Facialiskrampf (mimischer Gesichtskrampf, Tic convulsif). Die Wichtigkeit einer genauen Diagnose soll noch besonders in Erinnerung gebracht werden. Der Krankheitsheerd bildet den Ansatzpunkt für die Elektroden.

Findet man Druckschmerzpunkte, wie z. B. am N. infra- und supraorbitalis, am Halse, Nacken u. s. w., so empfiehlt sich die stabile Galvanisation, wie sie auf S. 283 für die Neuralgien passend beschrieben wurde. Liegt ein centrales Leiden vor, so kommen die verschiedenen Methoden der Galvanisation am Kopfe, am Halse und am Rücken in Anwendung; basirt der Krampf auf einer allgemeinen Neurose, so ist locale und allgemeine Behandlung zugleich einzuleiten.

Im Verein mit dem Facialiskrampf oder selbständig sieht man häufig den Krampf im M. orbicularis palpebrarum (oberer Facialis), Lidkrampf, ein sehr lästiges Leiden, dessen Beseitigung für die Elektrotherapie keine ganz undankbare Aufgabe bildet. Gerade bei dieser Krampfform,

zeigt er sich tonisch. Blepharospasmus oder klonisch (Nictitatio), sind die hierbei zuerst von Graefe beschriebenen Druckschmerzpunkte von besonderer Bedeutung, welche man gewöhnlich auch an der Nasenschleimhaut, dem Gaumenbogen und der Mundhöhle zu suchen hat; sie werden ebenso behandelt wie bei den Neuralgien.

Ein Fall von *Berger* ist in der Literatur berühmt geworden, bei welchem durch eine Wunde in der linken Wange, die ein Student auf der Mensur erlitten hatte, und durch die daraus hervorgehende Narbe, reflectorisch im Gebiet des oberen Facialis beiderseits ein heftiger klonischer Gesichtskrampf ausgelöst wurde. Eine einzige Sitzung, in welcher das in der Medulla oblongata vermuthete kranke Reflexcentrum durch einen 10 Minuten lang dauernden („mittelstarken") galvanischen stabilen Strom vom Hinterhaupt (Anode) nach der Hand durchströmt wurde, brachte vollkommene Heilung des mit anderen Methoden lange vergeblich behandelten Falles.

Die Krämpfe der Halsmuskeln sind wie gegen jede andere Medication, so auch gegen die Elektricität äusserst resistent. Oft bedarf es einer harten Geduldsprobe, bis man eine Besserung des Leidens erreicht (M. *Meyer* brauchte einmal 175 Sitzungen). Zum grossen Theil liegt der Grund darin in der Unkenntniss der Aetiologie und der Localisation der schädlichen Ursache; daher das unsichere Tasten und Experimentiren bei der Behandlung, daher die immer sich wiederholende Frage: ist es die richtige kranke Stelle, auf welche man den Strom wirken lässt, oder könnte es nicht doch eine andere sein? Die Prognose quoad sanationem muss daher stets mit Reserve gestellt werden.

Man elektrisirt diese Krämpfe nach den allgemeinen Regeln. Häufig bewähren sich die schwellenden faradischen Ströme (*Frommhold*) besonders gut. Der *Franklin*'sche Büschelstrom sollte viel mehr in Anwendung gebracht werden.

Am häufigsten ist unter den Halsmuskelkrämpfen der Krampf im cucullaris und sternocleido-mastoideus (Accessoriuskrampf), der in verschiedenen Formen auftritt: einseitig klonisch oder einseitig tonisch (Torticollis spastica, Caput obstipum spasticum), oder doppelseitig

klonisch im sternocleido-mastoideus (Nick- oder Salaamkrämpfe). Auch im M. splenius und obliquus capitis (Tic rotatoire) kommen solche Krämpfe vor.

Für die in Schulter-, Arm- und Beinmuskeln auftretenden Krämpfe ist in Bezug auf die Behandlung wenig hinzuzufügen; die Aetiologie derselben ist meist klarer, die Prognose etwas besser.

Der tonische Krampf des Zwerchfells, singultus, kommt nicht gar selten zur elektrischen Behandlung, und meist, nachdem der Schatz aller Heilmittel bereits erschöpft ist. Die gewöhnliche Form des singultus, die wir so häufig sehen, geht auch ohne jede Therapie vorüber. Wiederholt er sich oft und wird damit zu einem lästigen Uebel, so muss man an seine Behandlung denken. In der Mehrzahl der Fälle entwickelt er sich auf dem Mutterboden der Hysterie und kann dann als das am meisten hervortretende und quälendste Symptom die Aufmerksamkeit des Arztes besonders in Anspruch nehmen. Man leitet stabile galvanische Ströme von $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ Stromdichte durch den Phrenicus (vgl. S. 271) und macht einige Stromwendungen in sehr veralteten Fällen. Die Sitzungsdauer kann man auf 5 Minuten ausdehnen. Auch mit dem stabilen faradischen Strom, auf die phrenici applicirt, sind Erfolge erzielt worden. (Lewandowski, Wien. med. Zgt. 1874 Nr. 16.)

Ist der singultus als ein Reflexkrampf von Seiten erkrankter Digestionsorgane (Magen, Darm) aufzufassen, so muss die Krankheitsursache in Angriff genommen werden. Dann wird eine starke Hautreizung mittels des faradischen Pinsels über den Insertionsstellen des Zwerchfells am Thorax am meisten angebracht sein.

Eine ähnliche Behandlung haben unter Umständen die allgemeinen Krämpfe der Respirationsmuskeln, welche als Nies-, Hust-, Lach-, Wein-, Schreikrämpfe in die Erscheinung treten, zu beanspruchen. Doch da dieselben fast ausnahmslos als Symptome der Hysterie auftreten, so ist eine genaue localisirte Behandlung nicht nothwendig und mit Bedacht eine Methode zu wählen, die möglichst *grossen Effect* macht, wie die faradische Pinselung.

III. Krankheiten der Muskeln und Sehnenscheiden.

An dieser Stelle sollen nur die primären (directen) Muskelerkrankungen, die zu nervösen Affectionen unseres heutigen Wissens nach in gar keiner Beziehung stehen, besprochen werden.

Es handelt sich da vorzugsweise um zwei pathologische Zustände der Muskulatur, welche für die elektrische Behandlung ganz vortrefflich geeignet sind, die sogen. ischämischen Muskellähmungen (R. v. Volkmann) und die sogen. Muskelrheumatismen.

Die erstern entstehen bekanntlich durch längere Absperrung der arteriellen Blutzufuhr, wie sie durch lange liegende Contentivverbände und elastische Verbände erzeugt wird, desgleichen durch Unterbindungen, Zerreissungen, Quetschungen grosser Gefässe, wahrscheinlich auch durch längere Einwirkung stärkerer Kältegrade (Löbker).

Sobald das arterielle Blut im Muskel zu kreisen aufhört, erfolgt ein massenhafter Zerfall der contractilen Substanz; es tritt ein der Todtenstarre ähnlicher Zustand ein, in welchem sich Lähmung und Contractur des kranken Muskels combinirt. Im spätern Stadium bemerkt man reactive und regenerative Vorgänge, ähnlich denen, wie sie bei den durch traumatische Nervenläsionen hervorgerufenen Muskeldegenerationen beschrieben worden sind (vgl. S. 184.)

Als eine der Hauptwirkungen des elektrischen Stromes auf den kranken, erschöpften, blutleeren Muskel ist früher die Belebung der Blutcirculation hervorgehoben worden, eine künstliche Hyperämie, welche mit Erhöhung der Temperatur verbunden ist. Gerade diese Veränderung ist es, welche wir für die ischämischen Muskellähmungen brauchen, und es erklärt sich daher leicht, dass durch den zweckmässig angewandten elektrischen Strom so überraschende Heilwirkungen erzielt werden, wie sie keine andere Behandlungsmethode — in gewissen Fällen die Massage ausgenommen — von sich rühmen kann.

Das Verfahren in solchen Fällen ist folgendes: *Entweder:* 1) Während die Anode von 50 cm^2 unverändert *auf dem* plexus oder Nervenstamm der betr. Extremität oder

an einem ganz indifferenten Orte — aber nie über der Wirbelsäule — fixirt wird, nimmt man als Kathode eine Unterbrechungselektrode (10 cm²) zur Hand, und setzt dieselben nach einander auf die motorischen Punkte der einzelnen kranken Muskeln und der sie versorgenden Nerven auf, auf jedem derselben zehn Schliessungen und Oeffnungen ausführend. Die Stromdichte soll dabei so gross sein, dass leichte Zuckungen auftreten.

Statt dessen kann man sich auch der bei den Lähmungen geschilderten labilen galvanischen Behandlungsmethode bedienen, oder

2) Anwendung des faradischen Stromes unter gleicher Anordnung der Elektroden u. s. w. wie bei 1), oder

3) schwellende faradische Ströme (Frommhold), deren Beschreibung unter Nr. 5 auf S. 229 nichts weiter hinzuzusetzen ist, als eine besondere Empfehlung zur Anwendung derselben, oder schliesslich

4) die beiden Methoden der Franklinisation, Funkenstrom und dunkle Entladung, welche auf S. 248 beschrieben worden sind. Ueber deren Werth ist noch so wenig Zuverlässiges bekannt, dass ein abschliessendes Urtheil darüber nicht gefällt werden kann.

Im Allgemeinen empfiehlt sich im einzelnen Falle die consequente Anwendung einer der geschilderten Methoden; sie führen bei sorgsamer und richtiger Durchführung alle zum Ziel. Schreitet die Besserung des Leidens nicht nach Wunsch vorwärts, so ist unter Umständen ein täglicher Wechsel zwischen faradischem und constantem Strom zu empfehlen (schon Duchenne). Man lege die Behandlungstage nicht zu dicht hintereinander, um dem Muskel grössere Ruhepausen zu gönnen, in denen er sich an den veränderten Blut-Kreislauf gewöhnen kann.

Genau dieselben Methoden sind auch bei der Behandlung des Muskelrheumatismus zu verwenden. Wenn eine vor den andern den Vorzug verdiente, so wären es meiner Meinung nach die schwellenden faradischen Ströme, mit denen man die sichersten und schnellsten Erfolge erzielen kann. Es kommt nicht selten vor, dass man eine *hartnäckige* lumbago, die schon seit Wochen oder

Monaten jeder Behandlung getrotzt hat, in 2 bis 3, ja mitunter schon in einer Sitzung beseitigen kann. Freilich muss man bei dieser nur widerstandsfähigen und energischen Patienten zuzumuthenden Procedur die Faradisation so lange fortsetzen, bis bei öfters angestellten Bewegungsversuchen mit den erkrankten Muskeln nur noch geringe Spuren des früheren Schmerzes vorhanden sind.

Bei schwächlichen Personen und bei Frauen versuche man es lieber zuerst mit einer gelinden, stabilen galvanischen Behandlung. Je frischer der Fall, um so besser die Prognose.

Es ist bekannt, wie schwierig unter Umständen ein Muskelrheumatismus von einer Neuralgie in den späteren Stadien oder von neuralgiformen Schmerzen, die auf eine centrale Ursache zurückzuführen sind, zu unterscheiden ist. Deshalb sichere man sich vor allem die Diagnose durch ein genaues Studium der einschlägigen Capitel in den Lehrbüchern für Nervenkrankheiten (Strümpell, Hirt, Benedikt, Eulenburg u. s. w.). Oft findet man eine specielle Angabe, die man in einem dieser Werke vergebens gesucht, in einem andern. Der Erfolg wird die Mühe lohnen.

Hier sollen nur die wichtigsten Formen von Muskelrheumatismus kurz angeführt werden, welche am häufigsten zur Beobachtung und Behandlung kommen.

1) Der sogen. Kopfrheumatismus (Cephalalgia rheumatica), der seinen Sitz im Musc. frontalis, temporalis, occipitalis und in der Galea aufschlägt, ein lästiger Zustand, bei dem jede Bewegung und jede Berührung des Kopfes Schmerzen macht.
2) Der Rheumatismus der Halsmuskeln, insbesondere des cucullaris und sternocleido-mastoideus, welche theils durch den darin sich vollziehenden pathologisch-anatomischen Process, theils durch die in den sensiblen Nerven ausgelösten Erregungen (Schmerzen) verkürzt, „contrahirt“, werden und dem Kopf eine schiefe Stellung anweisen; daher auch der Name Torticollis rheumatica (rheumatischer Schiefhals).
3) Der Rheumatismus der Schultermuskeln (Omodynie, Omalgie), besonders im Musc. deltoideus und den Muskeln des Schulterblatts.

4) Der Rheumatismus der Brust- (Pectoralis maior und minor) und Intercostalmuskeln (Pleurodynie), eine sehr häufige, viel zu selten diagnosticirte Affection, bei welcher alle Bewegungen des Thorax, wie sie z. B. beim Husten, Niesen, bei allen Athembewegungen sich vollziehen, schmerzhaft werden.
5) Der Rheumatismus der Lendenmuskeln (Lumbago). Die Schmerzen strahlen häufig in der Richtung des ischiadicus aus und können unter Umständen eine Ischias vortäuschen. Vor einer Verwechselung mit derselben hat man sich zu hüten.
6) In den unteren Extremitäten wird bald dieser, bald jener einzelne Muskel, bald grosse Muskelgruppen bis zur Ausdehnung der gesammten Musculatur des ganzen Gliedes vom Rheumatismus befallen.

Da die dem Muskelrheumatismus zu Grunde liegende pathologisch-anatomische Affection durchaus unbekannt ist und nur vermuthungsweise auf Hyperämien, Exsudationen oder krankhafte Reizung der Nervenendigungen bezogen wird, so wäre es auch müssig, die Wirkungsweise der Elektricität in diesen Fällen einer nähern Erörterung zu unterziehen; die feinern Vorgänge dabei entziehen sich unserer Beobachtung, und wir müssen bekennen, dass die Anwendung der Elektricität bei Rheumatismen auf rein empirischer Grundlage ruht. Indessen wäre es falsch, der Wissenschaftlichkeit so grosse Concessionen zu machen, um deshalb auf dieses gerade bei Muskelrheumatismen hervorragend bewährte Heilmittel zu verzichten.

In seltenen Fällen wird sich Gelegenheit bieten, Muskelnarben (narbige Muskelcontracturen) elektrisch zu behandeln. Unter dem Einfluss stabiler galvanischer Ströme kann man ebenso wie bei contrahirenden Hautnarben die Schmerzhaftigkeit sich vermindern und die Narbe sich erweichen sehen. Zur Anregung der Function werden sich auch hier die schwellenden faradischen Ströme besonders empfehlen.

Noch einer Krankheit ist an dieser Stelle Erwähnung zu thun, bei welcher es sich nach unserem heutigen Wissen um *eine primäre* Muskelerkrankung handelt, die Dystrophia

musculorum progressiva (Erb). In den Lehrbüchern der Nervenkrankheiten finden sich genaue Beschreibungen davon, und zahlreiche Sonderabhandlungen beweisen das lebhafte Interesse der Autoren für diese merkwürdige und in ihrem Entstehen sehr räthselhafte Krankheit, deren Bild man nicht vergisst, wenn man es einmal gesehen.

Versuchen kann man dabei die Anwendung der Elektricität; in der Erwartung von Erfolgen muss man bescheiden sein. Zugleich mit der örtlichen Behandlung der Muskeln ist die Galvanisation der Centralorgane und am Halse empfohlen worden.

In Verbindung mit den Erkrankungen der Musculatur soll einer Sehnenscheidenerkrankung gedacht werden, welche, wenn alles andere nicht geholfen, schliesslich auch dem Elektrotherapeuten in die Hände fällt, die sogenannte Tendovaginitis crepitans, welche unter gewissen Umständen das Phänomen des „schnellenden Fingers“ hervorbringt. Zur Behandlung würde sich die labile Galvanisation eignen, in Verbindung oder abwechselnd mit starken faradischen Hautreizen und mit der stabilen Galvanisation.

Beobachtung 19.

Februar 1891. Herr Dr. . . . . aus Russland.

Lumbago.

Seit mehreren Tagen, Tag und Nacht Schmerzen.

Schwellender faradischer Strom über den Rückenmuskeln. Nach 5 Minuten langer Anwendung können Bewegungen schon etwas leichter, mit weniger Schmerzen ausgeführt werden. Pause von 5 Minuten. Dann nochmals Faradisation der Rückenmuskeln, zuerst mit schwellendem Strom, dann labil bis zu intensiver Röthung der Haut.

Am nächsten Tage kommt Pat. wieder und sagt, dass er nur Abends eine kleine Schmerz-Attacke gehabt habe, im übrigen vollkommen schmerzfrei gewesen sei.

Beobachtung 20.

April 1892. Herr K . . ., 45 J., Lokomotivführer.

Cephalaea rheumatica (Dr. Brann).

Grosser, kräftig gebauter Mann mit stark geröthetem *Gesicht*, auf den Wangen viele kleine Blutgefässe sichtbar,

Conjunktiven stark geröthet bei leicht gelblichem Untergrund, Haut der Ohren stark gespannt und glänzend, Haut des Körpers feuchtkalt, schlaff (trägt Sommer und Winter hindurch wollnes Jägerhemd, darüber baumwollnes Oberhemd). Die Hände meist dunkelroth, sehen wie geschwollen aus; über kalte Extremitäten hat Pat. nicht zu klagen. Innere Organe normal.

Auf dem rechten Arm wird im Vergleich mit dem linken bei Berührung mit einer Metallspitze taubes Gefühl angegeben, und zwar über dem deltoideus, über der Ulnarseite des Vorderarms und an den beiden letzten Fingern. Pat. giebt an, dass er in dem rechten Arm stets ein gewisses Kältegefühl habe, welches alle acht bis vierzehn Tage, meist in Verbindung mit dem nachher zu beschreibenden Kopfschmerz in einen Anfall von Erstarrung und Gefühllosigkeit des Arms an den vorhin bezeichneten Stellen ausartet. Die beiden letzten Finger sollen dabei ganz weiss und vollkommen unbeweglich werden.

Pat., der schon seit 21 Jahren seinen Dienst als Lokomotivführer versieht, leidet seit 2 bis 3 Jahren an Kopfschmerzen.

Dieselben treten anfallsweise auf, beginnen im Hinterkopf, ziehen nach den Schläfen herüber, sind begleitet von heftigem Blutandrang nach dem Kopf und besonders nach den Augen, sie sind auf der Höhe des Anfalls von dem Gefühl begleitet, als ob der Kopf platzen müsste, schlimmer beim Bücken und bei jeder Bewegung, verbunden mit Parästhesien bezw. mit Schmerzhaftigkeit der Kopfhaut, auch mit starkem Druck auf der Höhe des Scheitels und mit fürchterlichem Klopfen in den Schläfen, Uebelkeit und Brechneigung. Bald wird die linke, bald die rechte Seite des Kopfes von den Schmerzen ergriffen, bald beide gleichzeitig. Jeder Anfall hat je nach der Heftigkeit seines Auftretens eine Dauer von 4 bis 8 Stunden; Wärme und Ruhe ist dabei unbedingt erforderlich; die schlechteste Zeit fällt meistens in die Nacht. Zwischen den Anfällen können ganz schmerz- und beschwerdefreie Pausen eintreten.

Seit vierzehn Tagen sind die Schmerzen *so stark und so anhaltend*, dass Pat. den Dienst aufgeben musste. Alle

bisher angewandten inneren und äusseren Mittel waren erfolglos. Eine geringe Linderung hatte Pat. durch ein vor wenigen Tagen eingetretenes heftiges Nasenbluten, immerhin schilderte er seine Schmerzen als noch sehr heftig, kaum erträglich.

Von jeder andern Therapie ausser der elektrischen wird in diesem Falle absichtlich Abstand genommen.

Es wird galvanisirt:

am 23.	25.	27.	28.	30. April,
6. 0,3	6. 0,3	12. 0,5	12. 0,5	12. 0,3
am 3.	7.	9.	14.	18.
12. 0,3	6. 0,2	12. 0,3	12. 0,2	6. 0,2
am 21.	und 27. Mai,	am 3. Juni,		
6. 0,2	6. 0,2	6. 0,2.		

(In der Bezeichnung 6. 0,3 u. s. w. bedeutet die erste Zahl die Anzahl der Elemente, die zweite die MA.)

und zwar werden bei allen Galvanisationen die Elektroden von 50 cm² verwandt; die Elektrodenstellung ist die, dass die An. im Nacken, die Ka. auf der Stirn gehalten wird, nur bei der dritten und vierten Galvanisation liegt die An. auf dem Scheitel, die Ka. unter dem Kinn. Jede Sitzung dauert eine Minute.

Nach der zweiten Galvanisation ist der Hinterhauptsschmerz fast ganz beseitigt. Es besteht noch der Druck auf dem Scheitel. Nach der vierten Galvanisation befindet sich Pat. so wohl, dass er seinen Dienst wieder aufnehmen will; nur auf meinen besondern Wunsch bleibt er noch acht Tage vom Dienste fern.

Während nunmehr die weitaus grösste Zeit schmerzfrei ist, trotzdem sich Pat. den Anstrengungen des Fahrdienstes, der Hitze (Ende Mai und Juni), der Zugluft wieder aussetzt, kommt ein, freilich bei weitem weniger heftiger Schmerzanfall wieder am 3. und am 6. Mai. Der letztere war auf den rechten occipital. maior beschränkt; in seinem Gebiet fanden sich zwei Schmerzdruckpunkte; die Haut hinter dem rechten Ohr war geschwollen und geröthet. Bei der nunmehr folgenden Galvanisation wurde die An. über die beiden Schmerzpunkte gesetzt, im übrigen blieb die Anordnung die alte.

Es zeigt sich, dass eine Galvanisation genügt, um den untern Schmerzpunkt zu beseitigen. Bei der folgenden Galvanisation wird die An. dem obern Schmerzpunkte aufgesetzt.

Am 17. Mai folgt noch ein 4stündiger Schmerzanfall.

Am 18. Mai zeigte sich über dem rechten Scheitelbein eine akneartige Erhebung, die sowohl spontan wie auf Druck schmerzte und ein Klopfen und Hämmern in der rechten Schläfe auslöste. Am nächsten Tage öffnete sich die entzündete Hautstelle und hinterliess eine Kruste von dem Umfang einer Bohne, die ebenfalls noch schmerzte, aber nur auf Druck, und dadurch den klopfenden Schmerz in der Schläfe hervorbrachte. Die folgende Galvanisation berücksichtigte mit der An. diese schmerzhafte Stelle, während die Ka. auf der linken Halsseite ihren Platz fand.

Die sehr interessante Krankengeschichte wird späterhin fortgesetzt werden.

IV. Krankheiten der Gelenke.

Vom acuten Gelenkrheumatismus an bis zur Arthritis nodosa und Arthritis urica sind alle Gelenkleiden elektrotherapeutischen Versuchen unterworfen worden: Kein Wunder bei der zuweilen allen Mitteln trotzenden Hartnäckigkeit der Gelenkerkrankungen.

Bei der elektrischen Behandlung derselben verfolgt man verschiedene Ziele und wechselt je nachdem mit der Methode.

1) Will man eine directe Einwirkung auf den krankhaften Process im Gelenk ausüben, um durch Vertheilung, Auflösung, Zersetzung (katalytische Wirkung) des Exsudates oder Ergusses das Gelenk von den functionshemmenden Schädlichkeiten zu befreien, so bedient man sich der stabilen Galvanisation. Man setzt zwei Elektroden von je 50 cm^2, die man der Form des Gelenks angepasst hat, auf zwei gegenüberliegende Stellen und leitet eine Minute lang einen Strom von $^1/_{20}$ Stromdichte, hier also von 2,5 MA, hindurch. Dann werden die Elektroden in der zu jener *senkrecht* stehenden Ebene placirt und derselbe Strom

verwandt. In spätern Sitzungen kann man mit der Sitzungsdauer bis zu drei Minuten und mit der Stromdichte bis $^1/_{10}$ und $^1/_5$ steigen.

Manchmal thut auch der faradische Strom, in gleicher Weise durch das Gelenk hindurchgeleitet, gute Dienste.

2) In andern Fällen erreicht man dasselbe Ziel auf indirectem Wege, reflectorisch, durch starke, mittels des faradischen Pinsels geübte Hautreizung, welche für jedes Gelenk zuerst nur eine Minute dauern soll.

3) Noch mehr auf Umwegen geht eine dritte Methode, welche sich nur auf die Behandlung der das Gelenk näher und weiter umgebenden Musculatur richtet, die natürlich immer durch die gestörte Gelenkfunction in Mitleidenschaft gezogen ist. Vielfach scheint es, ähnlich wie bei der Massage, sehr zweckmässig zu sein, das kranke Gelenk ganz in Ruhe zu lassen und nur durch Faradisation der central gelegenen Musculatur Blut- und Lymphstrom zu beschleunigen, und damit der Aufsaugung der im Gelenk befindlichen kranken Stoffe Vorschub zu leisten.

Sind die Gelenkaffectionen nur Symptome von Allgemeinerkrankungen, z. B. von Neurasthenie, Hysterie, Tabes, so muss auf die Behandlung der letztern besondrer Werth gelegt werden.

Die Wahl der Methode hängt von der Beschaffenheit des einzelnen Falles ab, und Stromdichte, Stromdauer, Zahl der Sitzungen u. s. w. müssen nach den allgemeinen Regeln (vgl. den Abschnitt: Allgemeine Elektrotherapie) der Individualität desselben angepasst werden. Natürlich spielt die Erfahrung und Uebung in der Behandlung solcher Fälle eine grosse Rolle.

Der günstige Einfluss des faradischen Pinsels auf die Schmerzhaftigkeit und Schwellung der Gelenke beim acuten Gelenkrheumatismus, ja sogar auf das Fieber, wird von Lewandowski (Wien. med. Presse 1887. 14. 15. 16) *gerühmt*, von andern Elektrotherapeuten zum mindesten für *entbehrlich* erklärt.

Auf keinen Fall kann hier die Elektricität mit der Salicylsäure, dem Antipyrin und Salol in ernstliche Concurrenz treten; aber sie kann in solchen Fällen aus der Verlegenheit helfen, wenn jene Mittel einmal den Dienst versagen sollten.

Viel zweckmässiger erscheint es, nach Ablauf des acuten Stadiums durch passende Elektrisation theils die Resorption der Entzündungsreste im Gelenk anzuregen, theils die zu langer Ruhe verdammt gewesenen, müden und schwachen Muskeln zu stärken. In dieser Beziehung kann man durch vortreffliche Wirkungen erfreut werden, und zwar darf man auf um so bessere Erfolge rechnen, je näher der Fall noch dem acuten Stadium steht. Eine elektrische Behandlung passt also für alle Fälle des chronischen Gelenkrheumatismus, auch für diejenigen Formen, welche nicht aus dem acuten Gelenkrheumatismus hervorgegangen sind, sondern von Anfang an einen chronischen Verlauf gezeigt haben.

Hiernach wird es nicht in Erstaunen setzen, dass die genannten elektrischen Methoden auch zur Beseitigung eines Hydrops articulorum mit Erfolg in Anspruch genommen werden; hingegen überlasse man acute eitrige Gelenkergüsse, welcher Natur sie auch sein mögen, den durch primäre, tuberkulöse Knochenaffectionen hervorgebrachten tumor albus und ähnliche Erkrankungen dem Chirurgen. Erst wenn dieser seine Schuldigkeit gethan, wird es nicht nur zweckmässig, sondern fast erforderlich sein, den seit langer Zeit ausser Function gerathenen Muskeln wieder aufzuhelfen und durch elektrisch ausgelöste Contractionen ihnen die willkürliche Bewegungsfähigkeit wiederzugeben.

Bei der Arthritis deformans, der Arthritis urica, dem Rheumatismus articulorum chronicus deformans hat man bisher mit der Elektricität ebenso viel und ebenso wenig ausgerichtet wie mit andern Heilmethoden, womit nicht gesagt sein soll, dass man nicht durch eine zweckmässige, stabile Galvanisation oder durch faradocutane Pinselung dieses oder jenes lästige Symptom, insbesondere den Schmerz, zuweilen beseitigen kann.

Was man sich bei Gelenkankylosen von einer Wir-

kung der verschiedenen elektrischen Heilmethoden versprechen darf, das ergiebt sich aus dem Vorstehenden von selbst.

In Bezug auf die Gelenkneuralgien gelten diejenigen Grundsätze und Methoden für die Behandlung, welche oben bei den Neuralgien erörtert worden sind. Mit das Schwierigste an der Sache ist es, die richtige Diagnose zu stellen, insbesondere eine Verwechselung mit organischen Gelenkerkrankungen zu vermeiden. Deshalb ist es von der grössten Wichtigkeit, über Verlauf und Symptome der Gelenkneuralgien genau unterrichtet zu sein. Das Wissenswerthe findet man in dem Aufsatz von Eulenburg in Eulenburg's Realencyklopädie Bd. VIII, 308 ff.; die dort gemachten Litteraturangaben werden den Interessenten in die Lage setzen, sich noch speciellere Kenntnisse über dieses sehr wichtige Gelenkleiden anzueignen. Hier soll nur die Monographie von Esmarch „Ueber Gelenkneurosen", Kiel und Hadersleben 1872, sowie die Abhandlungen von M. Meyer, Berl. klin. Woch. 1874, Nr. 20, von Berger, Berl. klin. Woch. 1872, Nr. 22—24 und Deutsch. Zeitschr. f. prakt. Med. 1874, Nr. 49, sowie von Koch, Virch. Arch. 1878. Bd. 73, S. 273 und Arch. f. klin. Chirurg. 1879, S. 781 besonders erwähnt werden.

Falls Erkrankungen allgemeiner Natur, wie Hysterie oder Affectionen des Rückenmarks, der Gelenkneuralgie zu Grunde liegen, so sind diese natürlich zuerst zu berücksichtigen.

Druckschmerzpunkte, auf welchen, wie bei den Neuralgien, die örtliche Application der Anode erfolgen kann, finden sich nach Eulenburg am Hüftgelenk: zwischen trochanter maior und tuber ischii, sowie an der spina anter. super. oss. ilei.; am Knie: fast immer am Condyl. int. femoris, hart am innern Rande der Patella, am äusseren Patellarande, dicht unter der Spitze der Patella, hinter dem capitul. fibulae; am Fussgelenk: hinter dem äussern und innern Knöchel; am Schultergelenk: am Plexus brachialis, oberhalb und unterhalb des Schlüsselbeins und in der Achselhöhle; am Ellbogengelenk: condyl. extern. humeri und capitul. radii; am Handgelenk: process. styloid. ulnae; an den Wirbelgelenken: auf den Dornfortsätzen.

V. Neurosen.

1) Die Migräne, Hemicranie (vgl. darüber die Lehrbücher von Strümpell und Hirt, wo sich ebenso wie in dem Aufsatz von Seeligmüller in Eulenburg's Realencyklopädie weitere Litteraturangaben finden) ist sehr häufig der Gegenstand elektrischer Behandlung geworden. Von einigen Autoren sind befriedigende Resultate erzielt worden; aber im Allgemeinen kann sich die Elektrotherapie nicht rühmen, den armen Migränekranken bessere Dienste geleistet zu haben, als gelegentlich Coffein, Acid. salycil. und die sehr empfehlenswerthe Combination von Acid. salicyl. und Natr. bromat. Der Grund dafür liegt darin, dass die Grundursache dieser sehr lästigen Neurose bisher in Dunkel gehüllt ist. Die Hypothesen, welche sich aus den trefflichen Selbstbeobachtungen von Du Bois-Reymond und Möllendorf als ganz natürlich ergaben, und welche eine Erkrankung des Sympathicus annahmen, die sich bald in einem Krampfzustand der Gefässe (Hemicrania sympathico tonica, spastische Migräne), bald in einer Paralyse derselben (Hemicrania sympathico-paralytica, paralytische Migräne) äussern sollte, können, wie Seeligmüller (l. c.) sehr richtig ausführt, für die der Migräne charakteristischen Schmerzen keine Erklärung bilden.

Deshalb hat man zu andern Hypothesen seine Zuflucht genommen, und den Sitz des Schmerzes bald in die vom Trigeminus stammenden Nerven der Dura oder der Pia, bald in die Hirnmasse selbst, bald in die absteigende Wurzel des Trigeminus (Möbius, Deutsch. Medicin. Ztg. 1885. Nr. 32 und 33) verlegt.

Andere Vermuthungen bewegen sich noch weiter weg von dem schmerzhaft empfundenen Körpertheil und beschuldigen Magen oder Leber oder noch allgemeiner das Bauchgangliensystem als eigentlichen locus morbi.

Was ist richtig? Wir wissen es nicht. Jedoch soviel ist durch die Beobachtung sicher gestellt, dass der Migräneanfall sich keineswegs in den engen Grenzen der spastischen oder paralytischen Form bewegt, dass auch die Lehre von der *Einseitigkeit* der Migräne eine Einschränkung erfahren

muss, und dass ähnliche Formen von Kopfschmerz bei Magenaffectionen, bei Gicht, als Symptom von Hirntumor oder beginnender Paralyse vorkommen können.

In dem Umstande, dass bei der Migräne die erste Bedingung für eine erfolgreiche elektrische Behandlung: die genaue Kenntniss des locus morbi (im weitesten Sinne), nicht erfüllt ist, liegt die Erklärung für die dürftigen Leistungen der Elektrotherapie gegen die Migräne. Andrerseits ergiebt sich aus obiger Darstellung die gute Lehre, dass man erst dann eine Migräne elektrisch behandeln soll, wenn man durch subtilstes Krankenexamen und Untersuchung eine anderweitige Krankheit als Basis dafür ausgeschlossen hat.

C. W. Müller in Wiesbaden giebt für die spastische Form der Migräne folgende Behandlungsmethode an, die man anwenden mag, wenn man es einmal mit einer ausgesprochenen spastischen Form zu thun zu haben glaubt:

Die Anode von 55 cm^2 (oder 50) wird am Nacken, eine schmale Platte von 14 cm^2 als Kathode am Grenzstrang des Halssympathicus, d. h. am vordern Rand des sternocleidomastoideus angesetzt und nun einschleichend 2 MA eingeschaltet. Die Stromdichte ist also hier an der besonders zu beeinflussenden Stelle, dem Sympathicus $^1/_7$; wählt man die Elektrode statt von 14 von 20 cm^2, so braucht man 3 MA. Die täglichen Sitzungen dauern je 3 Minuten. An einem Tage wird der linke, am andern der rechte Sympathicus behandelt.

Mit dieser Behandlung hat Müller ein 40jähriges Leiden in kaum 5 Monaten geheilt.

In einem andern Falle linksseitiger spastischer Migräne war die Polstellung umgekehrt, sodass also die Anode — zur Schonung der Haut? sagt Müller — am Sympathicus sass, die Kathode im Nacken. Die Stromdichte war $^1/_7$; es wurde nur der linke Sympathicus in täglicher zwei Minuten langer Sitzung behandelt. In diesem Falle, der sich auch noch durch Schmerzanfälle im Leibe und den Extremitäten auszeichnete, wie sie schon des öftern beobachtet worden und als vicariirende Migräneanfälle zu deuten sind,

soll der Erfolg einer mehrmonatlichen Behandlung vortrefflich gewesen sein.

Es ist zu rathen, dass man in gegebenen Fällen genau nach diesen Vorschriften verfährt; es soll noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, dass immer nur eine Application in derselben Sitzung angewendet werden darf.

Wie man sieht, hat Müller die Hypothese von der Sympathicuserkrankung als Ursache der Migräne seiner Methode zu Grunde gelegt. Vielleicht sind andere Elektrotherapeuten in ihren Erfolgen deshalb nicht so glücklich, weil sie in der Ausübung der Methode qua Stromdichte, Stromdauer u. s. w. nicht so peinlich und genau verfuhren, wie er.

Ausser der Methode, welche auf die Erweiterung der Hirngefässe abzielt, giebt Müller noch fernerhin an, dass eine schwache und kurze Galvanisation bei der Elektrodenstellung Iugulum-Ganglion supremum die Hirngefässe verengt. Bei der paralytischen Form der Migräne muss man also bei einer Sitzungsdauer von 30—40 Secunden $^1/_{14}$ Stromdichte wählen. Fälle, die in dieser Weise mit Erfolg behandelt worden sind, werden nicht angeführt (C. W. Müller, Einleitung in die Elektrotherapie, Wiesbaden 1885).

Eine ähnliche Methode, jedoch nicht mit so genauer Stromdosirung, ist bereits 1871 von Holst beschrieben worden.

Es sind mehrere Beobachtungen bekannt (z. B. Erb; ich selber muss mich mit einigen sehr günstigen Erfahrungen anschliessen), wo durch eine glücklich gewählte galvanische Behandlung der Migräneanfall coupirt werden konnte. Deshalb kann ich nicht dem Verzicht mancher Elektrotherapeuten auf jegliche elektrische Behandlung der Migräne beistimmen, im Gegentheil. Die meisten Migräneanfälle scheinen der spastischen Form mehr oder weniger nahe zu stehen; deshalb versuche man die dafür angegebene Methode und folge derselben bezüglich der Ausführung in der minutiösesten Weise.

Handelt es sich weniger um die Coupirung des Anfalles selbst als um die Behandlung des ganzen Leidens als *solches, drängt* sich ein Anfall auf den andern, und ist

bereits der ganze Medicamentenschatz auf Kosten des Magens erschöpft worden, so beginne man die Behandlung in der geschilderten Art und Weise, ganz gleich, ob während des Anfalls oder in der anfallsfreien Zeit.

Es ist noch von andern Methoden viel Gutes gerühmt worden, jedoch wappne man den Glauben daran mit mehr oder weniger grosser Vorsicht, denn unzweifelhaft hat es sich in sehr vielen Fällen um eine falsche Diagnose gehandelt. Erwähnenswerth ist das Verfahren von Frommhold, der je eine grosse Elektrode auf Stirn und Nacken setzt und dann den faradischen Strom der primären Rolle zunächst 2, später bis 5 Minuten lang hindurchleitet. Der Strom soll anfangs kaum fühlbar sein, um allmählich immer mehr verstärkt zu werden.

Auch die Anwendung der [illegible] Hand (vgl. S. [illegible]) [illegible] gute Dienste geleistet haben [illegible] Nacken [illegible]

[illegible]

den Versuchen von G. Fischer wurde auch die Faradisation angewendet; dies Verfahren wirkt entschieden günstig, namentlich beobachtet man fast immer eine deutliche Beruhigung der Herzaction; ich habe in neuerer Zeit, von der Ueberzeugung ausgehend, dass die in Rede stehende Krankheit eine allgemeine Neurose, und zwar vorwiegend des Gehirns ist, die Galvanisation des Kopfes, bitemporal und in der Längsrichtung, angewendet, ausserdem auch öfter die allgemeine Faradisation. Die Erfolge dieses Verfahrens sind sehr befriedigend, namentlich dann, wenn man die Kranken frühzeitig in Behandlung bekommt, und ich bin überzeugt, dass wenn man nicht erst mit der Diagnose wartet, bis alle Symptome vollständig entwickelt sind, sondern schon bei auffallender habitueller Pulsbeschleunigung in Verbindung mit allgemein nervösen Symptomen die Behandlung einleitet, die günstigen Resultate sich mehr und mehr häufen werden."

Diese Auffassung wird auch heutzutage keinen ernstlichen Widerspruch finden. Die mittlerweile von sehr vielen Autoren für die Elektrisation der Patienten mit Morbus Basedowii angegebenen Methoden kommen auch alle auf eine allgemeine Behandlung mit besonderer Berücksichtigung der am meisten hervortretenden Symptome heraus.

Zu empfehlen ist daher bei zarten und muskelschwachen Individuen die allgemeine Faradisation (s. S. 241), die unter Umständen eine Beschränkung auf den Oberkörper erfahren darf, die centrale Galvanisation (s. S. 240) mit besonderer Berücksichtigung des Halses, das Franklin'sche Bad (s. S. 234).

Sehr häufig sieht man schon nach wenigen gut verwandten Sitzungen unter Besserung des Allgemeinbefindens die quälenden Herzpalpitationen abnehmen und lästige Druckgefühle am Halse, die auch bei kleinen Strumen vorkommen und wohl nervöser Natur sind, verschwinden. In wenig vorgeschrittenen Fällen kann man nach mehrmonatlicher Behandlung einen vollen Erfolg erzielen; je schwerer die Symptome, desto länger dauert die Behandlung, und um so weniger günstig ist die Prognose. Vom Patienten sowohl wie vom *Arzt wird viel Geduld* verlangt.

Zu erwähnen ist noch ein von Vigouroux in Paris (Progrès medical 1887, Nr. 43, Referat im Neurol. Centralbl. 1888, S. 137) angegebene Behandlungsart des Morbus Basedowii mit dem faradischen Strom. Wer für umständliche und complicirte Methoden aus irgend welchen Gründen schwärmt, mag sie anwenden. Es scheint mir, als ob dieselbe nur die Bedeutung einer beschränkten allgemeinen Faradisation — man verzeihe die contradictio — haben kann und daher keine besondere Beachtung verdient.

3) Die Neurasthenie.

Bezüglich der Symptomatik der Neurasthenie muss auf die sehr umfangreiche Litteratur verwiesen werden, die man z. B. in Stein, Allgem. Elektrisation, Halle 1886, zusammengestellt findet. Besondere Erwähnung verdienen die Werke von Bouchut (De l'état nerveux, Paris 1860) und Beard (Die Nervenschwäche, deutsch von Neisser, Leipzig 1881), sowie von Beard und Rockwell (Die sexuelle Neurasthenie, Wien 1885), den Pfadfindern auf diesem Gebiete. Treffliche Beiträge zur Auffassung und Behandlung dieser wichtigen Krankheit stammen von Kussmaul, Leube, Möbius, Stein u. a. —

Jedoch können einige Bemerkungen allgemeiner Natur an dieser Stelle nicht vermieden werden.

Es ist bekanntlich noch nicht lange her, dass Beard's Lehren über die als eine Krankheit sui generis aufzufassende Neurasthenie über den Ocean zu uns herüberdrangen. Man begegnete der Sache mit ablehnendem Skepticismus, wie er nur fälschlich für ein Attribut der Wissenschaft gehalten werden kann. Man leugnete die Realität der neurasthenischen Symptome, behalf sich sehr einfach mit den Schlagworten Uebertreibung, Simulation u. s. w. und rieth solchen Kranken, sie sollten „sich zusammennehmen", dann würden die geklagten Beschwerden von selber verschwinden.

Auch heutzutage ist es, wie ich aus eigner Erfahrung weiss, mit der Auffassung der Neurasthenie im ärztlichen *Publikum* noch nicht viel besser bestellt. Noch vor kurzem *sagte mir* beispielsweise ein angesehener Berliner Kinderarzt,

der in seinem Fache grau geworden ist, dass er nicht eher an die Neurasthenie geglaubt habe, als bis er selber — infolge zu angestrengter geistiger Arbeit — neurasthenisch geworden sei. Eine Reise nach Schweden und Norwegen hätte bald das Uebel geheilt!

Man darf die Diagnose auf Neurasthenie nur dann stellen, wenn man sich durch sorgsamste körperliche Untersuchung des Kranken davon überzeugt hat, dass kein körperliches organisches Leiden vorliegt, welches die neurasthenischen Symptome nur vorgetäuscht hat.

Thatsächlich kommen bei manchen organischen Erkrankungen Symptomencomplexe nervöser Natur vor, welche der Neurasthenie auf ein Haar ähnlich sehen. In erster Reihe stehen bei Frauen die Leiden der Genitalorgane, wie insbesondere Tumoren, Exsudate, chronische, nicht mehr schmerzhafte Entzündungen u. s. w. Wer sich besonders für dieses Thema interessirt, möge z. B. nachlesen: Engelmann, Transactions of the americ. gynaekol. society 1887, S. 332. In zweiter Reihe sind es organische Magen- und Darmerkrankungen, in dritter sehr versteckte, beim besten Willen im Anfangsstadium nicht zu diagnosticirende Tumoren oder Abscesse in Hirn und Rückenmark, auf die man unter Umständen besonders fahnden muss.

Aber immerhin bleibt noch eine grosse Anzahl von Fällen übrig, bei denen kein organisches Leiden aufgedeckt werden kann, bei denen sowohl die Ursachen als die Symptome des Leidens darauf hinweisen, dass das gesammte Nervensystem eine Störung erlitten hat, die wir gemeinhin als Schwäche oder Erschöpfung bezeichnen, und wo bei jeglichem Mangel von Symptomen, die auf eine organische Erkrankung hinweisen, die Diagnose eines functionellen Leidens, der Neurasthenie, die einzig mögliche ist.

Welche Processe dabei in dem Nervensystem vor sich gehen, können wir mit Messer und Mikroskop heutzutage ebensowenig feststellen, wie etwa den innern Vorgang im Nerven bei der Neuralgie.

Aber es deuten viele Anzeichen darauf hin, dass ähnlich *wie in zu stark* angestrengten Muskeln, so auch in den

nervösen Centralorganen eine Ermüdung oder Erschöpfung unter besondern Umständen eintreten kann. So ermüdet die graue Hirnrinde bei einer Ueberfülle geistiger Arbeit, das Rückenmark bei zu grossen Zumuthungen an die geschlechtlichen Functionen — um nur wenige Beispiele anzuführen. Betroffen wird in solchen Fällen auch ganz gewöhnlich das vasomotorische Nervensystem, ohne dass wir in jedem einzelnen die besondere Ursache für die Erkrankung feststellen können.

Man muss sich viele Fälle von Neurasthenie etwas genauer angesehen haben, um die Krankheit als solche und die subjectiven Beschwerden, welche sie den Patienten verursachte, zu würdigen. Man darf dann unmöglich auf die Idee kommen, dass es sich um lauter Simulanten handelt; die Freudigkeit, mit der die Neurastheniker jede Aenderung ihres leidenden Zustandes zum Bessern begrüssen, die Lust und die Vertrauensseligkeit, mit der sie nach ihrer Wiederherstellung die gewohnten Geschäfte wieder aufnehmen, sprechen genugsam dafür, dass sie keinen Gefallen an ihrer Krankheit gefunden haben.

Wenn wir also berechtigt sind, eine grosse Gruppe von immer wiederkehrenden nervösen Symptomen, die freilich die verschiedensten Combinationen unter einander eingehen, unter dem Namen der Neurasthenie als einer eignen Krankheit zusammenzufassen, und wenn wir eine Erschöpfung oder Ermüdung des gesammten Nervensystems als das eigentliche Wesen derselben anzunehmen gezwungen sind, so wird es sich bei der Therapie darum handeln, einmal, diejenigen Stoffe, welche die Ermüdung verursachen, zu entfernen, und fernerhin, neue Nährstoffe für die angegriffenen Zellen zuzuführen, um das Verlorene wieder zu ersetzen.

Diesen Zweck erfüllt in ganz vortrefflicher Weise die Behandlung mit der allgemeinen Faradisation. Die Resultate, welche damit bei der Neurasthenie erzielt werden, gehören mit zu den besten in der ganzen Elektrotherapie, und es darf wirklich nicht erstaunen, dass die allgemeine *Faradisation* vielfach geradezu als Specificum gegen die *Neurasthenie* angepriesen worden ist. (Ueber die muth-

massliche Art ihrer Wirkung vergleiche man S. 231 und über die Methode S. 241.)

Derjenige Typus eines Neurasthenikers, bei welchem die Erkrankung durch übermässige Geistesarbeit entstanden ist, der bei dem Mangel an Luft und Bewegung eine fahle Gesichtsfarbe, schlaffe Haut und dürftige Musculatur bekommen hat, und bei dem ein jämmerliches subjectives Allgemeinbefinden die Freude am Leben und die Lust an der Arbeit unterdrückt, eignet sich am besten für die allgemeine Faradisation. Oft bringt schon die erste Behandlung eine frohere Stimmung und bessern Schlaf; von Sitzung zu Sitzung kann man eine fortschreitende Besserung bemerken.

Wie schon früher erwähnt, dehne man die erste Faradisation auf keinen Fall über zehn Minuten aus; man vertheile diese Zeit entweder auf den ganzen Körper oder beschränke sich nur auf den Oberkörper. Kann der Kranke, wenn er zum zweiten Male wiederkommt, eine kleine Besserung constatiren, oder hat sich keine Veränderung gezeigt, so bleibe man in den zuerst täglich abzuhaltenden Sitzungen bei der Zeit von zehn Minuten. Nach sechs bis acht Tagen lasse man immer einen Tag aus und kann nun allmählich immer zwei Minuten zulegen, bis man schliesslich zu einer Sitzungsdauer von 20 Minuten gelangt. Eine noch weitere zeitliche Ausdehnung der allgemeinen Faradisation kann ich nicht empfehlen.

Hat der Patient einmal unmittelbar nach der elektrischen Sitzung oder im Laufe desselben Tages über eine gewisse Schwäche, über ein Unruhegefühl im ganzen Körper, Aufregungs- oder Angstzustände, Muskelzuckungen, schlechten Schlaf u. dgl. geklagt, so hat man anzunehmen, dass bei der Faradisation des Guten zu viel gethan worden ist, und kürze infolge dessen die Dauer derselben um zwei bis drei Minuten ab.

In den gut behandelten Fällen erfreut sich der Patient im Laufe der Cur einer stetig zunehmenden Besserung seines Befindens, bis schliesslich seine Klagen ganz verstummen und die Lust und Freude an seiner frühern Thätigkeit wieder die alte geworden ist. Im Durchschnitt brauche ich 20 Sitzungen,

um dieses Ziel zu erreichen; schwerere Fälle erfordern freilich noch die Hälfte mehr und darüber. In der letzten Zeit thut man gut, die Behandlung etwas auszudehnen und wöchentlich zwei oder gar nur eine allgemeine Faradisation vorzunehmen.

Es ist zweckmässig, von der zweiten oder dritten Woche der Behandlung ab, an den Tagen, an welchen nicht elektrisirt wird, ein drei Minuten langes Bad von 25° R. mit momentaner kalter Bespülung, Begiessung oder Brause gebrauchen zu lassen. Ausserdem gewöhne man den Patienten schon während der Kur an eine planmässige Gymnastik. Von innern Medicamenten, wie Chinin, Arsenik, Ferrum u. s. w. habe ich niemals einen deutlichen Nutzen gesehen. Dabei versteht es sich von selbst, dass für die geistige und körperliche Diätetik besonders Sorge getragen werden muss.

Die allgemeine Faradisation passt indessen auch für andere Typen der Neurasthenie, sowohl für diejenigen, bei welchen sensible Reizerscheinungen des Hirns und Rückenmarks im Vordergrund stehen, als auch für solche, bei denen psychische Erscheinungen in Gestalt von Erregtheit (vulgo Nervosität) oder Depression die Hauptklage der Patienten bilden. Das Muskelsystem braucht dabei noch keine merkliche Einbusse erlitten zu haben.

Hat man es mit sehr empfindlichen Kranken zu thun, deren Wirbelsäule und grosse Nervenstämme auf Druck schmerzen, und denen allein schon die Berührung der Haut weh thut (die eigentlichen Fälle von „Spinalirritation"), so thut man gut, einige Sitzungen mit centraler Galvanisation vorausgehen zu lassen, bevor man mit der allgemeinen Faradisation beginnt (vgl. S. 241).

Die centrale Galvanisation, welche die Galvanisation des Rückenmarks, des Gehirns und am Halse einschliesst, ist schon lange als gutes Mittel gegen die Neurasthenie empfohlen worden; wie gesagt, passt sie besonders für die Fälle mit sensiblen Reizerscheinungen und leistet zuweilen auch treffliche Dienste, aber in Bezug auf die Schnelligkeit und Sicherheit der Wirkung hält sie mit der allgemeinen Faradisation keinen Vergleich aus, wovon ich

mich häufig durch Controlversuche bei denselben und bei verschiedenen Neurasthenikern überzeugt habe. Auch die Nachhaltigkeit der Wirkung ist bei der allgemeinen Faradisation erheblich grösser.

Bei der centralen Galvanisation, deren Ausführung auf S. 240 beschrieben worden ist, beginne man mit sehr geringen Stromdichten, nicht mehr wie $^1/_{30}$, und mache nur drei Stationen, von denen die eine das Rückenmark, die zweite eine Halsseite und die dritte den Kopf behandelt und jede eine Minute dauert. Die ganze Sitzung, eingeschlossen den Wechsel der Elektroden u. s. w., darf also nicht mehr wie sechs Minuten in Anspruch nehmen. Späterhin kann man die Stromdichte verstärken, während die Sitzungsdauer am besten die gleiche bleibt.

Beobachtung 21.

2. Februar 1892. Georg Sch . . . ., 36 J., Telegraphenassistent.

Grosser Mann mit sehr kräftigem Knochenbau, mit guter Musculatur, aber schlaffer Haut, gelblich fahler Gesichtsfarbe — Pat. behauptet freilich, schon von Kindheit auf eine solche Gesichtsfarbe gehabt zu haben — trüben Augen, müdem Gesichtsausdruck.

Pat. erzählt, dass er seit April vorigen Jahres vorübergehend an Rückenschmerz gelitten hat, verbunden mit erheblicher Schwächung der Arbeitskraft.

Von Bekannten wurde ihm gegen dieses Uebel eine Kneippkur gerathen. Pat. kaufte sich die „Wasserkur“ des Pfarrers Kneipp und begann nun die Selbstbehandlung. Täglich stellte er sich nackt in eine Wanne und liess sich mit der Giesskanne den ganzen Körper begiessen — 2 bis 3 Minuten lang. In der letzten Zeit setzte er sich für eine Minute in's kalte Wasser (Sitzbad), zog sich an, ohne sich abzutrocknen und unternahm dann einen ein- bis zweistündigen Spaziergang.

In der ersten Zeit der Kur, etwa vierzehn Tage lang, fühlte sich Pat. sehr gut; von dann ab wurde der Zustand progressiv schlechter, namentlich litt er an Schlaflosig-

keit, und die „Nervosität“ bei der Arbeit wurde so gross, dass er sich krank melden musste.

An eine berufliche Ueberbürdung der geistigen oder körperlichen Kräfte war bei der letzten Verschlimmerung des Leidens nicht zu denken, da Pat. nur eine siebenstündige Arbeitszeit und, wie er selbst angab, keinen beschwerlichen Dienst hatte.

Dabei muss die Ursache des früheren Leidens — vor der Kneipp'schen Kur — als nicht ermittelt angesehen werden.

Die inneren Organe sind durchaus gesund. Es ist nicht möglich, irgend welche Befunde anzugeben, welche auf Störungen im Bereich der inneren Organe schliessen lassen dürften.

Nach allem war wohl die Annahme gerechtfertigt, dass es sich um nervöse Störungen handelte, welche durch eine missverstandene und brutal durchgeführte Kur entstanden waren, und thatsächlich besserte auch die einfache Entsagung der „Wasser-Anwendungen“, welche dem Pat. angerathen wurde, den ganzen Zustand in wenigen Tagen. Vielleicht wären die Rückenschmerzen, über welche Pat. klagte, die zeitweiligen Kopfschmerzen, die mitunter eintretende geistige und körperliche Schwäche, der bei geringer Arbeit bemerkbare Schweissausbruch — vielleicht wären diese Symptome ganz von selbst geschwunden, jedenfalls habe ich den Eindruck gewonnen, dass die am 8. Februar einsetzende Galvanisation den Fortschritt der Genesung ganz erheblich beschleunigt hat. Bis zum 30. Mai wurden 15 Galvanisationen angewandt mit einer abwechselnden Stromstärke von 0,1 bis 0,5 MA. Die 50 cm^2 grossen Elektroden wurden bei jeder Sitzung in 2 Stationen: 1) Rücken-Magengegend, 2) Nacken-Stirn für je $^3/_4$ Minute, also im Ganzen für $1^1/_2$ Minute angesetzt. In der Zeit der drei bis vier ersten Galvanisationen besserte sich das Allgemeinbefinden, die Arbeitskraft — Pat. nahm acht Tage nach Beginn der Behandlung wieder den Dienst auf — der Schlaf ganz ausserordentlich, so dass Pat. nur von Zeit zu Zeit der Galvanisation bedurfte.

Die Galvanisationen fanden statt am:

8.	10.	13.	18.	20.	25. Februar,
12. 0,4	12. 0,5	id.	6. 0,2	12. 0,3	6. 0,2

(12. Zahl der Elemente, 0,4 Zahl der MA.)

am 1.	7.	15.	19.	24. März,
12. 0,3	id.	id.	id.	id.

am 8.	und 25. April,	am 18.	und 30. Mai.
12. 0,3	12. 0,5	12. 0,3	6. 0,2

Die Galvanisation am Kopf wurde meist mit 0,1 bis 0,2 MA weniger ausgeführt wie die am Rücken, für welche letztere die angegebenen Zahlen gelten. Es kam wohl auch vor, dass die Galvanisation am Kopf ganz unterblieb.

Das Befinden des Pat. ist andauernd sehr zufriedenstellend. Wenngleich es keinem Zweifel unterliegen kann, dass hier ein ernstes Leiden hervorgerufen worden ist durch eine „Kneipp'sche Kur“, so ist es andrerseits gewiss, dass hier eine masslose Uebertreibung der Kurmittel die Schuld trägt.

Die Digitalis ist ein unzweifelhaftes Gift, das in zu grossen Gaben den menschlichen Organismus enorm schädigt. In den zweckentsprechenden, individuell angepassten Gaben wird es ein unschätzbares Heilmittel. Genau so steht es mit der Anwendung des Wassers.

Im Besonderen habe ich die speciellen Anwendungsformen der Kneipp-Kur sich vortrefflich bewähren gesehen; man muss es nur darin zu einiger Erfahrung gebracht haben. Der Hauptwerth derselben scheint mir darin zu liegen, dass meist nur *ein* Theil, der *kranke Theil* des Körpers der Einwirkung des Wassers ausgesetzt wird und somit die Energie des *ganzen* Körpers sich an der Reaktion betheiligen kann, welche von dem kranken Theil verlangt wird.

Ausserdem ist der treffliche alte Pfarrer Kneipp so wohl bewandert in der Kunst zu individualisiren, dass er — seinen Grundsätzen nach — dem Körper nicht mehr an Reaktionskraft zumuthet als derselbe aufzubringen vermag.

Dass er in Einzelfällen irrt, ja in sehr vielen Fällen, ist selbstverständlich; jeder *aufrichtige Arzt* thut es auch.

Beobachtung 22.

Mai 1890. Paul L......, Buchhändler, 40 J.

Mittelgrosser, kräftig gebauter Mann, etwas pastös, mit grossen unruhigen Augen, stark gerötheten Conjunctiven, macht den Eindruck eines Alkoholikers.

Vor etwa 5 Jahren bekam L. plötzlich Anfälle von aufsteigender Hitze nach dem Kopf, verbunden mit dem Gefühl des Benommenseins, bei erheblich herabgesetztem Bewusstsein und Gleichgiltigkeit gegen die Umgebung (kann sich zur Zeit des Anfalls nicht schützen gegen vorüberfahrende Wagen u. s. w.). Der Periode dieser Anfälle ging eine Zeit voraus, in welcher über allgemeine Schwäche, Apathie, Unruhe im Körper (Knacken und Knallen in den Kniegelenken, Schmerzen, die den ganzen Körper durchziehen) geklagt wurde.

L. ist unfähig zur Beschäftigung, fürchtet sich, allein zu gehen, kann nicht über sich bestimmen, da er seinen Gesundheitszustand nicht für die nächsten 24 Stunden voraussehen kann. Pat. hat eine Art von Globus-Gefühl, das aufsteigend in der rechten fossa supraclavicularis stecken bleibt, häufig clavus, Parästhesien und Schmerzen in den Kiefern und Zähnen, manchmal mehrere Monate hintereinander andauernd, Parästhesien im Rücken und in den Fusssohlen.

Es handelt sich also wohl um eine hochgradige Neurasthenie. Objektive somatische Zeichen konnten nicht entdeckt werden.

Die Behandlung, welche mehrere Monate in Anspruch nahm, bestand in abwechselnder Galvanisation des Halses und des Kopfes, manchmal auch beider zusammen in derselben Sitzung, $D = \frac{1}{50}$ bis $\frac{1,5}{50}$. Es wurde die Bemerkung gemacht, dass Stromdichten über $\frac{1,5}{50}$ ebensowohl wie eine längere Reihe von Galvanisationen hintereinander nicht gut vertragen wurden. Bei vielen Hin- und Herschwankungen des Gesundheitszustandes während der Behandlungszeit wurde *im Allgemeinen* eine ganz ausserordentliche Besserung erzielt.

Weitere Krankengeschichten findet man S. 337 ff.

Die Behandlung einiger besonders wichtiger Symptome der Neurasthenie.

Die eben erwähnten Behandlungsmethoden der Neurasthenie richten sich so sehr auf die Bekämpfung des Grundleidens, dass mit der Beseitigung desselben auch die Symptome von selbst verschwinden, und dass daher von deren besondrer Behandlung meistentheils abgesehen werden kann.

Zuweilen ist es jedoch angebracht, in letzterer Hinsicht etwas nachzuhelfen, sei es, dass der Patient irgend ein Symptom als besonders lästig empfindet und deshalb um schleunige Hilfe bittet, sei es, dass eine Verzögerung oder Benachtheiligung der ganzen Behandlung davon zu befürchten ist, z. B. von der bei der Neurasthenie nicht seltnen Schlaflosigkeit.

Ausser denjenigen Symptomen, die zur Neurasthenie in allernächster Beziehung stehen, sollen aus praktischen Gründen an dieser Stelle gleichzeitig auch noch einige andere Krankheitserscheinungen besprochen werden, welche mit der Neurasthenie vielleicht nur die functionelle Natur gemeinsam haben.

a) Symptome allgemeiner Natur.

Die Schlaflosigkeit, welche nicht selten die Neurastheniker plagt und durch ihre Hartnäckigkeit die Kräfte des Kranken immer mehr consumirt, wird meistentheils durch die erwähnte allgemeine Behandlung gemildert oder beseitigt. Als einziges Symptom, ohne Grundkrankheit, sei es Neurasthenie oder irgend etwas anderes, wird man selten in die Lage kommen, die Schlaflosigkeit zu behandeln. Als ein gewissermassen specifisches Mittel dagegen ist die Galvanisation am Halse gerühmt worden; die Wirkung derselben ist schwer erklärlich, aber man muss es gestehen, dass häufig dadurch ein überraschender Erfolg erzielt wird. Die Stromdichte sei bezüglich der vorn am Halse sitzenden Elektrode von 20 cm² nur $^{1}/_{40}$ (also 0,5 MA einzuschalten), die Dauer der Galvanisation für jede Seite eine

Minute. Man thut gut, sich besonders in den ersten Sitzungen auf die Application des Stromes am Halse zu beschränken.

Schlafmachende Wirkungen scheinen übrigens mehr oder weniger jede Application des galvanischen Stromes mit geringen Stromdichten, wie sie in diesem Buche immer empfohlen werden, zu begleiten. Man kann es von Tabikern hören, die man nur am Rücken elektrisirt hat, von Ischias-Kranken, bei denen man die Elektrode nur am leidenden Bein angesetzt hat, von Leuten, die, mit chronischer Obstipation behaftet, am Unterleib galvanisirt worden sind u. s. w., dass sie sich in der Nacht nach jeder elektrischen Sitzung eines ruhigeren und tieferen Schlafes erfreuten.

Auch von dem Franklin'schen Bad und von andern Proceduren der Franklinotherapie wird eine schlafmachende Wirkung gerühmt. Die Angaben darüber sind noch wenig bestätigt; ich persönlich habe diesen Erfolg nur selten constatiren können.

b) Symptome von Seiten des Gehirns und der sensiblen Nerven.

Eine sehr häufige Klage der Neurastheniker bildet der Kopfschmerz oder Kopfdruck, der vielfach im Hinterkopf, oft in der Stirn oder in den Schläfen seinen Sitz aufschlägt, oft auch wie mit einem Bande oder Reifen den ganzen Kopf umspannt und mit rechter Zähigkeit und Beharrlichkeit seinen Besitzer peinigt. Findet man Schmerzdruckpunkte z. B. am N. occipitalis maior, am auricularis oder supraorbitalis, so mag man versuchen, dieselben nach den für die Behandlung der Neuralgien aufgestellten allgemeinen Regeln zu beeinflussen. Für gewöhnlich wird man die Galvanisation des Kopfes in Anwendung ziehen und zwar am besten so, dass man nur eine Application macht, entweder die longitudinale oder die transversale oder die diagonale Durchströmung, wobei man bei einer Anfangsstromdichte von nicht mehr als $^1/_{30}$ die Dauer der Sitzung bis auf $1^1/_2$ Minuten ausdehnt. Allenfalls kann man späterhin noch die Galvanisation am Halse zufügen.

Aehnlich wie es bereits für die Migräne geschildert, lässt sich gegebenen Falls auch der faradische Strom verwerthen, entweder mittels feuchter Elektroden bei geringer Stromstärke stabil zwei Minuten lang durch den Schädel geleitet, oder in Form der elektrischen Hand, mit welcher die schmerzhaften Stellen nach einander bestrichen werden.

Nicht mit Unrecht ist als ein vortreffliches Mittel gegen den neurasthenischen Kopfschmerz, sowie auch gegen andere Formen des sogen. Cephalaea, die z. B. auf anämischer oder hysterischer Basis stehen, die Franklin'sche Douche empfohlen worden. Der Isolirtisch wird mit dem +Pol verbunden, die Kopfkranzelektrode steht 15 cm über der schmerzenden Stelle, der —Pol ist zur Erde abgeleitet. Statt der Elektrode kann man einfach die Hand benutzen. Dauer der Sitzung 3 bis 5 Minuten.

Diese Methode passt für sehr schwächliche und sensible Personen. Kräftigere Naturen, denen man mehr zumuthen kann, vertragen vortrefflich die starke elektrische Douche, welche dadurch erzeugt wird, dass man den Isolirtisch mit dem —Pol, die Kopfkranzelektrode mit dem +Pol verbindet. Häufig genügt eine Einwirkung von einer Minute, um momentan den Kopfschmerz zu verscheuchen; über drei Minuten gehe man im Allgemeinen nicht heraus (vgl. S. 254).

Die Neuralgien, welche sich auf neurasthenischer Basis zeigen, sind nicht abweichend von allen andern Neuralgien zu behandeln (s. S. 280). Einige wenige galvanische Applicationen kann man sehr gut mit der Allgemeinbehandlung verbinden.

Beobachtung 23.

14. Oktober 1890. Joseph K . . ., Monteur, 37 J.

Neurasthenischer Kopfschmerz seit 2 Jahren, früher zuweilen einen Tag aussetzend, seit langer Zeit continuirlich; zuweilen Gedächtnisschwäche, Haarausfall, sonst keine weitern neurasthenischen Symptome. Die Krankheit wird auf Erkältung des Kopfes zurückgeführt. Tägliche Arbeitszeit von 11 Stunden.

Sieben Galvanisationen des Kopfes innerhalb von 14 Tagen, $D = \frac{1}{50}$, Sitzungsdauer jedesmal 1 Minute. Darnach Beseitigung des Kopfschmerzes. Das gute Resultat anhaltend; bis Mitte Februar 1891 kein Rückfall.

Beobachtung 24.

15. Februar 1892. Wilhelm K....., Schuhmacher, 26 J.

Cephalaea neurasthenica.

Mittelgrosser, gedrungen gebauter Mensch mit gelblicher Gesichtsfarbe, mattem Ausdruck der Augen. Somatisch absolut nichts von Störungen der Cirkulation, der Verdauungsorgane etc. nachzuweisen.

Es ist dies ein Fall, in dem sich die Neurasthenie nur durch ein einziges Symptom documentirt, und dieses Symptom ist der Kopfschmerz. Pat. leidet seit mehreren Jahren daran, er wird fast nie davon verlassen. Es ist ein Gefühl, als ob der Kopf umschnürt oder umbunden wäre. Jede Anstrengung der Augen verschlimmert das Leiden. Am schlechtesten fühlt sich Pat. morgens früh, wenn er nach traumvollem, unruhigem Schlaf erwacht. Die frische Luft bessert ein wenig die Beschwerden.

Mit Vernachlässigung aller andern Medicationen, von denen übrigens schon eine grosse Anzahl ohne Erfolg gebraucht war, wandte ich sofort die Galvanisation des Kopfes an. Die Stromstärke schwankte bei den verschiedenen Sitzungen zwischen 0,2 und 0,5 MA bei einer Elektrodenfläche von 50 cm^2 und einer Dauer von je 1 Minute. Die An. wurde regelmässig dem Nacken, die Ka. der Stirn angelegt. Gleich die ersten Galvanisationen brachten Besserung, und nach 8 bis 10 Galvanisationen im Verlauf von etwa 3 Wochen spürte Pat. kaum noch etwas von dem früheren Kopfweh, sodass er wieder seine Arbeit aufnehmen konnte.

Am 28. März kommt Pat. wieder und sagt, er hätte sich im Allgemeinen während der eben verflossenen Zeit sehr *wohl gefühlt*, jedoch käme noch hin und wieder eine *Mahnung* an den alten Schmerz, und er bäte um die Erlaub-

niss, von Zeit zu Zeit sich zur Galvanisation einstellen zu dürfen. Schmerzen von nennenswerther Dauer oder Intensität sind seitdem nicht mehr eingetreten.

Beobachtung 25.

Januar 1892. Zimmermeister B. (Beob. des Herrn Dr. Buschan-Stettin.)

Kopfschmerz nach Influenza.

„Im Januar an Influenza erkrankt, die nach wenigen Tagen vorüber. Es blieb jedoch ein linksseitiger Kopfschmerz. Erbrechen dabei nicht, wohl aber Augenflimmern, migr. ophthalmique.

8 Wochen beim Homöopathen in Behandlung, frustra, nicht gratis. Leiden blieb in gleicher Stärke bis April.

Am 3. April Galvanisation per caput. 7 Elemente, 0,5 MA.

Am 11. wieder. Kopfschmerzen bis zu diesem Tage vollständig geschwunden.

Am 24. April wiedergekommen, aber nur sehr wenig. Dagegen hat sich ein starker Schwindel eingestellt bei brüsken Bewegungen. Therapie: 10 Elemente, 0,5 bis 1 MA, am 24. April, 1. Mai, 15. Mai, 24. Mai, dann vollständig und bleibend gehoben."

Beobachtung 26.

Februar 1892.

Kopfschmerz nach Alkoholintoxication (vulgo „Kater").

Ein Herr College, der nicht genannt sein will, war in der Lage, eine Beobachtung über die Wirkung des galvanischen Stromes an sich selber zu machen.

Wie ihm zu Muthe gewesen, geht aus seinem eignen Bericht hervor. Er ersuchte mich um eine Galvanisation; ich setzte die An. in den Nacken, die Ka. auf die Stirn und schaltete bei 6 Elementen 0,2 MA ein. Ueber seine Beobachtung schreibt er selber:

„Während der Procedur verspürte ich nur ein immerhin fühlbares Stechen im Nacken. Eine Viertelstunde nachher

war es mir, als ob sich etwas von meinem Kopfe hob, gleich einem Nebel. Vorher furchtbar schwerfällig im Denken und Reden, jetzt fühlte ich mich sogleich frischer. Die sichtbaren Congestionen im Gesicht hatten nachgelassen, wie Sie selbst mir ansahen.

Gleichzeitig hob sich das Allgemeinbefinden. Nach meiner bisherigen Erfahrung bin ich nach einem solchen Excesse in Gambrino den nächsten Tag völlig unbrauchbar, solange, bis ich einen mehrstündigen Mittagsschlaf hinter mir habe. An diesem Tage hatte ich denselben nicht nöthig, ging meinen gewohnten wissenschaftlichen Beschäftigungen nach, als ob nichts geschehen. Appetit sonst immer an solchen Tagen flau; diesmal 2 Stunden nach Galvanisation mächtiger Appetit.

Versuch noch 2 bis 3 mal hier wiederholt. 10 Elemente, 0,4 MA, 1 Minute, jedoch Jammer an diesen Tagen nicht so gross wie damals. Immerhin verschwanden Kopfschmerzen stets im Verlauf einer halben bis einer Stunde."

Beobachtung 27.

Wilhelm S......., 68 J.

Seit drei Wochen Schwindel, besonders beim Gehen. Bei Lage auf dem Rücken und auf der linken Seite kein Schwindel, tritt aber sofort ein, wenn Pat. sich auf die rechte Seite legt. Puls 36.

St: ziemlich hochgradige Arteriosclerose. Systol. Geräusch. Galvanisation des Kopfes täglich, später einen Tag um den andern, etwa in 4 Wochen so hochgradige Besserung, dass sich Pat. wieder zum Dienst meldet. Stromstärke 1 MA, Dauer der Sitzungen 1 bis 2 Minuten.

Beobachtung 28.

W......., 58 J.

Schwindelgefühl im Kopf nur bei Bewegung, verschwindend im Sitzen oder Liegen. Vor circa 14 Monaten *im Verlauf* von 9 Tagen 2 Schwindelanfälle mit fast auf*gehobenem* Bewusstsein; keine Lähmung zurückgeblieben.

Etwa 14 Sitzungen im Verlauf von 3 Wochen. Galvanisation per caput., $^1/_{50}$ je 1 Minute. Allmählich eintretende Besserung; 6 Wochen nach Beginn der Behandlung Allgemeinbefinden sehr gut, Schwindel bis auf eine Spur verschwunden (Besserung anhaltend 2. Juni 1891).

c) Symptome der Respirationsorgane.

Das Asthma nervosum, welches sehr häufig neurasthenische oder hysterische Personen befällt, und das sich durch dyspnoisches Athmen, pfeifende Athemgeräusche und leichte Rasselgeräusche in den kleinen Bronchien auch objectiv bemerkbar macht, während Lufthunger, Brustbeklemmungen, Hals- und Brustschmerzen die subjectiven Beschwerden bilden, bietet für die elektrische Behandlung ein ungemein dankbares Object. Schon Duchenne (vgl. S. 226) kannte die vortreffliche Wirkung der faradischen Hautreizung, die entweder in der Herzgegend oder zwischen den Schulterblättern mit dem Metallpinsel ausgeführt wurde (Dauer eine bis zwei Minuten und mehr, eventuell so lange, bis die Dyspnoe verschwunden ist). In mehreren Fällen hat mir diese Methode vortreffliche Dienste geleistet; die Beschwerden wurden schon während der Pinselung dauernd gehoben.

Von andern Autoren wird die Galvanisation am Halse bevorzugt. Hält man das Asthma für eine die Lungennerven betreffende Affection des Sympathicus, so ist dies Verfahren sehr rationell.

Für die elektrische Behandlung des Asthma bronchiale, die in ähnlicher Weise ausgeführt werden müsste, liegen nur sehr wenig Empfehlungen von competenter Seite vor.

d) Symptome der Circulationsorgane.

Die Innervation des Herzens, welche nicht selten bei der Neurasthenie gestört ist, kann mit elektrischen Massnahmen unter Umständen ausgezeichnet beeinflusst werden. *Die gewöhnlichsten* functionellen Störungen des Herzens sind

die sog. Herzpalpitationen, welche zum Theil in einer Hyperästhesie der Herznerven, zum Theil in wirklich verstärkten, mit einem mehr oder weniger qualvollen Druck- oder Schmerzgefühl in der Herzgegend einhergehenden Herzcontractionen bestehen. Wie bekannt, sind dieselben ein hervorragendes Symptom des Morbus Basedowii; sie finden sich häufig bei Neurasthenikern und Hysterischen, bei Nicotin-Intoxication, bei den traumatischen Neurosen, bei körperlich überanstrengten Personen mit und ohne nachweisbare organische Herzveränderung.

Mit der Galvanisation des Halses bei sehr geringer Stromdichte kann man zuweilen ganz plötzliche Linderung erzielen, desgleichen mit leichter faradischer Pinselung der Herzgegend. Auch unter dem Einfluss des Franklin'schen Bades von 10 Minuten langer Dauer habe ich mit dem Abnehmen der Pulsfrequenz die Beschwerden des Herzklopfens weichen sehen.

In einem sehr bemerkenswerthen Falle einer Ueberanstrengung des Herzens bei einem jungen Manne, wo die quälenden Herzpalpitationen mit einer Beschleunigung und Arhythmie des Pulses verbunden waren, erzielte ich in wenigen Monaten einen vortrefflichen Erfolg durch centrale Galvanisation, der ich in jeder Sitzung noch eine besondere Application beifügte, die abwechselnd in der Galvanisation vom Rücken zur Herzgegend oder vom Halse zur Herzgegend bestand. Stromdichte und Stromdauer waren wie gewöhnlich. Mit dem Aufhören der Herzpalpitationen schwand auch die Arhythmie, und der Puls ging von 160 Schlägen bis unter 100 herunter. Interessant ist die hierbei gemachte Beobachtung, dass nur sehr geringe Stromdichten eine Besserung der subjectiven und objectiven Symptome hervorbrachten. Wurde einmal ein Versuch mit grössern Stromdichten gemacht, so trat sofort eine Verschlechterung ein. Vgl. meine „Elektrotherapeut. Studien", Beobachtung 1.

Bei der Stenocardie sind, soweit es aus der zur Verfügung stehenden Litteratur ersehen werden konnte, bisher noch keine elektrotherapeutischen Versuche gemacht worden.

e) Symptome der Digestionsorgane.

Verdauungsbeschwerden aller Art spielen bei dem Neurasthenikern die grösste Rolle. Zuweilen stehen dieselben so sehr im Vordergrund des Krankheitsbildes, dass man öfters lieber an eine primäre Affection derselben, wie Magen- oder Darmkatarrh glauben möchte, irregeleitet obenein durch die Klagen der Kranken, die gar zu gern die ganze Schuld für ihr Leiden auf den armen Magen abwälzen möchten. Gar nicht selten ist es in der That ein organisches Magenleiden, das in seiner Verbindung mit vielen nervösen Symptomen genau den Eindruck einer Neurasthenie hervorruft; aber noch häufiger gehen die gastrischen Störungen allen andern nervösen Symptomen parallel, und es entsteht ein Circulus vitiosus, in welchem primäre und secundäre Erscheinungen kaum mehr auseinander gehalten werden können.

Will man sich über die Trennung von organischen und functionellen Magenerkrankungen unterrichten, so nehme man das vortreffliche Buch von Rosenthal in Wien „Magenneurosen und Magenkatarrh“, Leipzig und Wien 1886, zur Hand, in welchem unter anderm alle Behandlungsmethoden dieser Erkrankungen berücksichtigt sind. Man wird auch daraus lernen, dass es einer der grössten Fehler ist, eine nervöse Erkrankung des Magens bei einem ausgesprochnen Neurastheniker mit einer Carlsbader Cur zu behandeln, — um nur einen der vielen Fehler zu nennen, die ärztlicherseits in solchen Fällen gemacht werden können. Die Wichtigkeit der nervösen Verdauungsstörungen wird ausserdem dadurch illustrirt, dass nach Rosenthal $^2/_3$, nach Beard und Rockwell, die ihre Beobachtungen in Amerika gemacht haben, sogar $^9/_{10}$ aller Verdauungsstörungen nervöser Natur sind.

Zu den sehr gewöhnlichen Magen- und Darmsymptomen, denen man bei der Neurasthenie begegnet, gehören die verschiedenen Abnormitäten des Appetits, wie Appetitlosigkeit (Anorexie) und Heisshunger (Bulimie), eine Empfindlichkeit der Magennerven (Hyperästhesie), die sich bei ungewohnten, sehr kalten oder sehr reichlich eingeführten Speisen durch *ein Druckgefühl* im Magen oder durch Aufstossen (Ructus)

kundgiebt, eine Auftreibung des Magens oder des Darms, die entweder nur als eine Erscheinung von Hyperästhesie oder als Folge einer Schwäche der glatten Musculatur aufzufassen ist u. s. w. Alle diese Symptome schwinden bei einer zweckmässig ausgeführten allgemeinen Faradisation ganz von selber. Freilich sind sie manchmal hartnäckiger, als man gedacht, und es empfiehlt sich nicht selten, noch besondere Hilfsmittel gegen sie in's Feld zu führen. Die besten Dienste thut in solchen Fällen eine Galvanisation des Magens, welche so ausgeführt wird, dass die + Elektrode von 70 cm^2 ihren Platz am Rücken erhält, während man die negative ebenso grosse entweder über dem Magen bei einer Stromdichte von $^1/_{20}$ stabil aufsetzt oder dieselbe über dem ganzen Unterleib unter kräftigem Andrücken hin- und herpromenirt. Die Dauer dieser Application, welche der allgemeinen Faradisation beigefügt werden kann, betrage nicht mehr wie 3, im Durchschnitt nur 2 Minuten, denn es handelt sich bei Personen mit den angeführten Symptomen meist um sehr reizbare und empfindliche Individuen, die eine stärkere galvanische Einwirkung nur auf Kosten ihrer Nachtruhe oder anderer übler Erscheinungen vertragen.

Eine ähnliche galvanische Behandlung passt für die Neuralgien des Magens und die sogenannten Enteralgien, bei welchen die fast immer vorhandenen Druckschmerzpunkte als Ansatzstellen für die Elektrode dienen. Unter Umständen lässt sich eine solche Galvanisation des Magens und Darms als ein Glied in die Kette der allgemeinen Galvanisation einfügen.

Besondere Berücksichtigung verdient die mit und ohne Neurasthenie auftretende chronische Obstipation. Mag dieselbe ohne weitere Symptome als einziges Uebel auftreten oder im Verlaufe anderer Leiden ein Plagegeist der Patienten werden, immer bewährt sich — mit ähnlicher Wirkung wie die Massage — als ein vortreffliches Mittel die Elektricität. Es ist selbstverständlich, dass damit in frischen Fällen mehr erreicht wird, als in ganz veralteten, aber auch in den letzteren kann man bei einiger Geduld die schönsten Erfolge haben.

Darin stimmen alle Autoren überein. Anders steht es

mit der Methode. Jeder Elektrotherapeut hat seine eigne, aber alle führen zum gleichen Ziel.

Für gewöhnlich kommt man mit dem faradischen Strom aus; die beiden Elektroden von je 70 cm^2 stehen entweder auf dem Unterleib, oder die eine sitzt stabil am Rücken, während man mit der andern bald stabil, bald labil den ganzen Unterleib behandelt. Der Strom ist dabei so stark, dass deutliche Contractionen und Erschütterungen des Unterleibes erzielt werden; die Sitzung dauert zuerst 5, späterhin allmählich bis 15 Minuten. Der Strom der primären Rolle mit möglichst langen Unterbrechungen ist dabei zu bevorzugen.

Bei ganz gleichem Verfahren kann man in den ersten 2 bis 3 Minuten der Sitzung den galvanischen Strom mit einer Stromdichte von $^1/_{10}$ mit dem faradischen combiniren (de Watteville, Erb, die freilich mit grösseren Sromdichten und längeren Sitzungen arbeiten).

Will man den galvanischen Strom allein verwenden, und soll bei jeder Sitzung die Application am Unterleib die einzige sein, so kann man bei Stromdichte $^1/_{10}$ die + Elektrode von 70 cm^2 auf das Kreuzbein setzen und mit der — Elektrode die labile Behandlung des Unterleibes zuerst 3, späterhin bis 5 Minuten, wohl auch mit einigen Volta'schen Alternativen ausführen. Je mehr neurasthenische Symptome vorhanden, um so mehr muss jede Behandlung der Obstipation mit dem galvanischen Strom in Bezug auf Stromdichte oder Stromdauer oder gar beides zusammen abgeschwächt werden.

Auch die galvanische Behandlung, bei der die Mastdarmelektrode als — Pol in den Anus eingeführt wird, während die Anode stabil oder labil, auch unter Stromwendungen, auf dem Unterleib postirt wird, liefert gute Resultate. Hierbei kann ebenfalls der galvano-faradische Strom in Anwendung kommen.

Zuweilen tritt, besonders bei letzterer Behandlung, wenn der Strom im Anus deutlich fühlbar ist, schon wenige Stunden nach der Sitzung Stuhlgang ein. Oefters macht sich am nächsten Morgen besserer Stuhlgang bemerkbar, und in noch andern Fällen ist der Verlauf der Besserung

so, dass der Patient im Laufe von drei bis vier und mehr Wochen von dem gewöhnlichen Abführmittel immer weniger zu nehmen braucht und dann schliesslich spontanen Stuhlgang bekommt, der hin und wieder durch ein Klystier, durch reichlichen Genuss von Obst oder von Bier noch zu unterstützen ist.

Broese-Berlin (Festschrift zu Ehren des 25jährigen Jubiläums des Geh. Rath Prof. Dr. Meyer-Göttingen) hat mit dem galvano-faradischen Strom gute Erfolge bei chronischer Obstipation erzielt. Er braucht zwei Elektroden von je 400 cm² für Leib und Rücken, steigert den faradischen Strom der secundären Rolle bis aufs Aeusserste und schaltet 50 bis 75 MA ein. Dauer der Sitzung durchschnittlich 7 Minuten. Eventuell nahm er noch die Massage zu Hilfe.

Von allen diesen Methoden hat gelegentlich die eine oder die andere bei absoluter Darmverschliessung, wie bei Atonie und Parese der Darmmusculatur, bei Volvulus und Ileus in überraschender Weise den natürlichen Weg wiederhergestellt und das Leben des Kranken gerettet. Steht die Diagnose fest, so versäume man nicht, der elektrischen Behandlung vor allen andern — mit einziger Ausnahme vielleicht der Magenausspülung (Kussmaul) — den Vorzug zu geben.

Die innere elektrische Behandlung des Magens mittels der Magenelektrode ist von v. Ziemssen (Die Elektricität in der Medicin, Berlin 1887), welcher diese Methode zuerst beschrieb und empfahl, als zu umständlich und überflüssig wieder aufgegeben worden. v. Ziemssen, der übrigens sehr viel grössere Elektroden von 400 cm² Querschnitt und demgemäss erheblich grössere Stromdichten anwendet, hat bei der äusseren Galvanisation und Faradisation eine Contraction der Magenmusculatur und eine stärkere Secretion der Magendrüsen experimentell an Hunden beobachtet. Die subjectiven Empfindungen grössern Wohlbehagens und bessern Appetits sind bei nervösen Magenstörungen, ja selbst bei Magenectasie, infolge der Behandlung des Magens nach einer der angegebnen Methoden fast constant.

Mittels des Franklin'schen Stromes kann man unter Einschaltung der Franklin'schen Tafeln, wenn man den

— Pol mit dem Isolirtisch und den + Pol mit einer Kugelelektrode, die auf dem Musc. rectus abdomin. aufgesetzt wird, verbindet, Erschütterungen des Unterleibes hervorbringen, welche, 2 bis 5 Minuten angewandt, einen entschieden günstigen Einfluss auf die Magen- und Darmthätigkeit zu haben scheinen. Jedoch beschränke man sich auf sehr wenige solcher Applicationen.

Beobachtung 29.

24. Oktober 1892. Frau J ...., Potsdam.

Gastralgie (nach Gastritis acuta).

Vor 3 Wochen hat sich Pat. mit gebratenem Fisch und geschmortem Obst den „Magen verdorben". Eine Viertelstunde später Neigung zu Erbrechen und fortwährende Uebelkeit.

Nach vier Tagen traten Magenkrämpfe ein, ziehende Schmerzen, anfallsweise, 4 bis 6 mal täglich, zehn Minuten jedesmal dauernd, mit fürchterlichem Aufstossen. In der Zwischenzeit Druck in der Magengegend, Gefühl von „Vollsein", sodass sie die Kleider nicht leiden mag. Obstipation.

Pat. hat eine gelbliche, fahle Gesichtsfarbe, sieht matt und müde aus, macht den Eindruck, als ob sie kaum kriechen könnte.

Galv.	24.	26.	27.	28.	29.	30.	31. Oktober,
	12. 0,5	id.	id.	id.	id.	id.	id.

2.	3.	5.	7.	9.	12. November,
12. 0,5	id.	id.	12. 0,3	id.	id.

14.	16.	17.	18.	19.	23. November.
id.	id.	id.	id.	12. 0,5	12. 0,3.

Bezüglich der Diät wurden absichtlich keine Verordnungen gemacht, nur wurden — am 29. Oktober — Milch und frisch gebackne Semmel verboten.

Es folgen die Aufzeichnungen:

26. Oktober. Am Tage der ersten Galvanisation nur noch ein Anfall, am nächsten Tage wie gewöhnlich — heute (26. Oktober) verschwindet plötzlich der Rückenschmerz, welchen Pat. mitgebracht; dort hatte die Ka. gesessen.

27. Oktober. Gestern Rharbarber und Natr. bicarb. (frühere Verordnung des Arztes), darnach Stuhl, freilich mit sehr heftigen Leibschmerzen und starken Anfällen.

28. Oktober. Schmerzen heute nicht so heftig wie in den Tagen zuvor.

29. Oktober. Gestern noch sehr starke Schmerzen, stets nach dem Essen auftretend und mehrere Stunden anhaltend. Verbot von Milch und frischgebacknem Weissbrot.

30. Oktober. Gestern besser; heute noch gar keine Schmerzen.

31. Oktober. Gestern $1^1/_2$ Stunden lang geringe Schmerzen, heute ein wenig.

3. November. Am 31. Nachmittags und am 1. November, vielleicht in Folge eines Klystiers sehr starke Schmerzen mit Athemnoth. Dafür an diesen Tagen sehr reichlicher Stuhl.

5. November. Mehr das Gefühl von Schwere im Magen, als von Schmerzen; letztere treten wohl zeitweise noch auf, sind jedoch im ganzen viel gelinder. Appetit gut, nach Klystier guter Stuhl.

7. November. Stundenweise noch Schmerzen — im ganzen viel besser. Die Besserung machte immer weitere Fortschritte, und Pat. verliess am 23. November die Poliklinik mit dem Rath, sich in vier Wochen zu einer nochmaligen, freilich etwas kürzeren elektrischen Kur, wieder einzufinden.

Nach der angegebnen Zeit erschien Pat. und berichtete, dass die Schmerzen wenige Tage nach ihrer Rückkehr nach der Heimath vollkommen verschwunden und bisher nicht wiedergekehrt wären. Sie erfreut sich der allerbesten Gesundheit.

In diesem Falle ist der Fehler gemacht worden, dass die Elektrisationen zu schnell einander gefolgt sind; ohne denselben wäre der Verlauf wahrscheinlich noch kürzer und noch günstiger gewesen.

f) Symptome von Seiten der männlichen Geschlechtsorgane.

Eine vortreffliche Belehrung über dieses Capitel findet man, ausser in den schon oft genannten Lehrbüchern, in der

„Sexuellen Neurasthenie" von Beard und Rockwell, Wien 1885, und in einem in der „L'Électrothérapie", 1888, S. 210 u. 273, erschienenen Aufsatz von Ladame in Genf: „Les troubles sexuels chez l'homme" — um nur Weniges aus der sehr umfangreichen neueren Litteratur zu citiren.

Zu den sexuellen Neurosen, welche mehr oder weniger mit einer allgemeinen Neurasthenie vergesellschaftet sind, gehören als wichtigste die krankhaften, allzu häufigen, etwa allnächtlich oder mehrmals in der Woche auftretenden Pollutionen und die Impotentia coeundi, der Mangel der zum Coitus nothwendigen Erection, schlechthin als Impotenz bezeichnet.

Unter den durch verschiedene Ursachen hervorgerufnen krankhaften Pollutionen bilden diejenigen ein dankbares Object für die elektrische Behandlung, welche durch einen Reizzustand in der Harnröhre reflectorisch ausgelöst werden. Ganz gleich, ob dieser Reizzustand auf der Basis einer alten Gonorrhoe beruht, oder ob sich durch geschlechtliche Ausschweifungen, retrahirten Coitus, Onanie, platonisches Lieben, in der Harnröhre, und besonders im prostatischen Theil derselben, primär eine krankhafte Empfindlichkeit (irritable prostata) ausgebildet hat, die übrigens bei der Untersuchung mit Finger und Sonde leicht zu constatiren ist, — mit dem elektrischen Strom erzielt man vielfach Besserung und Heilung des schwächenden Leidens. In die Urethra wird als + Pol ein Zinnbougie eingeführt, während die — Elektrode von 70 cm^2 auf die Lendenanschwellung des Rückenmarks aufgesetzt wird. In der ersten 2 Minuten lang dauernden Sitzung wird nur 0,5 MA eingeschaltet, späterhin bis auf 2 MA und 5 Minuten langer Sitzung gestiegen. In gleicher Anordnung kann auch der faradische Strom verwandt werden. — Uebrigens soll es nicht unerwähnt bleiben, dass die mechanische Dehnung des hintern Theils der Harnröhre mittels dicker, vorn geköpfter Zinnbougies in vielen Fällen noch bessere Erfolge liefert, wie die Elektrisation.

In einigen Fällen ausgesprochenster Neurasthenie thut man hier sowohl, wie bei der sogleich zu besprechenden Impotenz am besten, bei Vermeidung jeglicher localer Behandlung nur die allgemeine Faradisation auszuführen.

Bei der Impotenz kennen wir mehrere Formen, die je nachdem auch eine verschiedene elektrische Behandlung erfahren müssen. Aber im Allgemeinen ist es nicht zuviel gesagt, dass die Elektricität als ein ausgezeichnetes, durch nichts andres übertroffnes Heilmittel gegen diese peinliche Störung des geistigen und körperlichen Wohlbefindens betrachtet werden darf.

Von zwei Formen der Impotenz soll hier gar nicht gesprochen werden. Die eine entwickelt sich als ein Symptom organischer Hirn- und Rückenmarkskrankheiten, die andere, von dem physiologischen Zustand nicht weit entfernt, unter dem Bilde der temporären Impotenz bei jungen, im übrigen gesunden Leuten, die nur hin und wieder durch übermässig starke geschlechtliche Erregung, durch einen Zufall, der sie an dem Weibe ihrer Wahl degoutirt u. s. w., den beschämenden Verdruss eines missglückten Liebesversuches erleben. Im erstern Falle wird eine Behandlung der Grundkrankheit, im letztern eine psychisch-geschlechtlich-diätetische Verordnung dem Zweck entsprechen.

Sehr günstig für die Elektrotherapie sind diejenigen Fälle von Impotenz, bei welchen, durch ein Trauma an oder in der Nähe der Genitalien, wie z. B. in einem von Duchenne beschriebenen Falle durch Anus-Fissuren, in einem andern (Schulz, Wien. med. Wochenschr. 1854) nach der Operation einer congenitalen Paraphimosis auf reflectorischem Wege, ganz ähnlich wie bei der traumatischen Hysterie, wie Ladame sehr richtig bemerkt, eine Anästhesie der Genitalien eingetreten war, die in solchen Fällen auch schlaff und kalt, für den Besitzer wie „leblos" zu sein pflegen. Bei derartigen Erscheinungen, die auch bei Onanisten und solchen Leuten, deren Genitalien im ehelichen oder nichtehelichen Verkehr besondere Strapazen zugemuthet worden sind, in ganz ähnlicher Weise vorkommen können, giebt es kein besseres Mittel, um die schlaffe welke Haut des Penis und Scrotum und die der Function entwöhnten Corpora cavernosa wieder lebensfähig zu machen, als der faradische Pinsel. Bei ziemlich intensiv vom Patienten empfundnem Strom *bestreicht* man damit nach einander die leidenden Theile etwa *2 Minuten* lang. Zum Schluss wird es sich empfehlen, in dem

Musc. bulbo-cavernosus und ischio-cavernosus mit kleiner (3 cm^2) Elektrode einige Zuckungen (in jedem etwa zehn) auszulösen.

Bei einer vierten Form der Impotenz findet man keine Anästhesien; das Aussehen der Genitalien weicht nicht viel von der Norm ab. Für diese Fälle passt die von Erb empfohlene Galvanisationsmethode, welche ich mit unwesentlicher Aenderung so auszuführen pflege, dass, während die Anode von 70 cm^2 auf der Lendenanschwellung ruht, mit der Kathode von 20 cm^2 bei einer Stromstärke, die zwischen 1,0 und 2,0 MA schwankt, zuerst beide Leistengegenden mit langen, bis zum Perineum reichenden Strichen je 10 mal, dann Perineum und Scrotum 10 mal auf und ab, und schliesslich der Penis 20 mal hin und her kräftig bestrichen werden. Auch hierbei empfiehlt sich noch zum Schluss eine kurze Reizung der Perinealmuskeln.

Sind die Genitalien, wie es bei einer fünften Form der Impotenz vorkommen kann, hyperästhetisch, so wende man zuerst die stabile Galvanisation nach den allgemeinen Regeln an und gehe dann erst zur geschilderten labilen Methode über.

Bei jeder der genannten Methoden ist unter Umständen nebenbei noch die intraurethrale Galvanisation angebracht.

Drei sehr wichtige Symptome von Erkrankungen der Genitalorgane sind noch zu erwähnen: die Enuresis nocturna, die Incontinentia urinae und die Ischurie (Harnretention).

Bei der Enuresis nocturna, welche, wie bekannt, so häufig bei Kindern, die im Uebrigen keine weitern Krankheitserscheinungen zu zeigen brauchen, vorkommt, handelt es sich entweder um eine Anästhesie der Harnröhre, wobei ein Urinabgang nicht empfunden wird, oder um eine Hyperästhesie derselben, wodurch reflectorisch ein solcher ausgelöst wird. Die beste Methode für die Behandlung beider Zustände ist die Einführung einer Sonde als eine Elektrode in die Urethra, Placirung der andern von 70 cm^2 über der Symphyse und Durchleiten eines mässig starken faradischen Stromes 2 Minuten lang (vgl. Oberländer, Berl. klin. Woch. 1889. Nr. 31).

In gleicher Weise kann auch die stabile Galvanisation angewandt werden. Da die Enuresis nocturna vielfach auf einer allgemeinen Neurose beruht, so ist die stabile Galvanisation vom Lendenmark zur Symphyse und zum Perineum zweckmässig (Erb). In hartnäckigen Fällen sind auch Volta'sche Alternativen zu verwenden.

Die Incontinentia urinae, welche theils auf einer Lähmung des Sphincter vesicae, theils auf einer Anästhesie der Blase und Urethra heruht, und z. B. bei Tabes ein so häufiges Symptom ist, wird neben der Behandlung des Grundleidens mit faradischer Reizung des Blasenhalses mittels Urethralsonde erfolgreich bekämpft. Die indifferente Elektrode sitzt auf dem Rücken oder Unterleib, starker Strom, Dauer der Sitzung 2 bis 3 Minuten. Ist die Blase anästhetisch, so kann die Sonde bis zur Blasenwand vorgeschoben werden; dabei ist betreffs der Desinfection die grösste Sorgfalt zu beobachten. Der galvanische Strom eignet sich für eine solche interne Behandlung wenig, dagegen kann er zur percutanen Beeinflussung sehr gut verwandt werden. Die beste Polstellung scheint in solchem Falle: Gegend über der Symphyse — Perineum. Stromdichte $^4/_{70}$, 2 Minuten, 3 bis 4 Stromwendungen.

Dieselben Methoden passen für die der Ischurie zu Grunde liegende Blasenlähmung, welche bekanntlich auch ohne centrales Grundleiden durch lange Urinverhaltung entstehen kann. Die elektrische Behandlung bietet entschieden für die Heilung derselben die meisten Aussichten.

An dieser Stelle sei es gestattet, auch noch einiger organischer Erkrankungen der männlichen Geschlechtsorgane zu gedenken, die bei dem Widerstand gegen jegliche andere Behandlung zuweilen mit besonderem Vortheil von dem elektrischen Strom beeinflusst werden können.

Da ist es zuerst die Orchitis und Epididymitis, sogar die acute Form derselben, bei welchen der galvanische Strom, angewandt nach den allgemein hier geltend gemachten Regeln, Schmerzen und Schwellung schnell beseitigt.

Bei allen Schwellungen der Prostata, acuten und *chronischen*, bei denen die bei jedem Stuhlgang erfolgende

Prostatorhoe, Gefühl von Schwere im Rectum und Perineum, Schmerzen beim Urinlassen und bei der Ejaculation, Empfindlichkeit der Urethra gegen die eingeführte Sonde die Symptome bilden, wird die Galvanisation oder Faradisation in Form des recto-urethralen Stromes gerühmt (Chéron und Moreau Wolf, Gazette des hôpitaux. 1869 u. 1870, Picot de Touss 1874, Tripier).

Auch bei den Erkrankungen der Samenblasen, deren Untersuchung bei gefüllter Blase vorgenommen werden soll, und wobei der Grundsatz gilt, dass eine Samenblase, die überhaupt von dem tastenden Finger wahrgenommen wird, als krank betrachtet werden soll (Guelliot, Thèse de Paris, 1882, Aufsatz von Ladame, s. S. 349), ist die recto-urethrale Galvanisation mit Erfolg geübt worden. Je acuter der Fall, desto geringer die Stromdichten, etwa 1,0 bis 2,0 MA, stabiles Verfahren, nur 2 bis 3 Minuten lang. Bei chronischen Trippern, offenbaren Prostata-Erkrankungen und Strikturen der Harnröhre sind Störungen im Urinlassen und beim Stuhlgang, Samenabfluss beim Stuhl, häufige Pollutionen mit besonders gefärbtem Sperma, Gefühl der Schwere im Perineum, Schmerzen beim Berühren der Samenblasen — ungefähr die Symptome, welche den Verdacht einer organischen Erkrankung der Samenblasen rege erhalten.

Beobachtung 30.

März 1890. Herr L . . . . ., 20 J., Handlungsgehilfe aus Schlawe.

Neurasthenie-Prostatorhoe.

Junger, schwächlich gebauter Mensch — seit etwa 3 Jahren leidend. 2 bis 3mal am Tage, auch öfter noch, abgang einer klaren Flüssigkeit aus der Harnröhre: tropfenweise, fadenziehend, geruchlos; früher beim Urinlassen, jetzt weder dabei noch beim Stuhl; zuweilen Erektionen dabei, nächtliche Pollutionen selten.

Aetiologisch wird die Krankheit auf platonische Liebe zurückgeführt. Bei den Zärtlichkeiten soll sich immer Erektion und Ejaculation eingestellt haben; von dieser Zeit her stammt

die Prostatorhoe. Einen Coitus hat Pat. noch nicht ausgeübt.

Allgemeine Mattigkeit und Schwäche — leichte Ermüdung — mitunter Kopfschmerz und Schmerzen in den Beinen.

Keine Gonorhoe, keine besonderen Krankheiten vorher.

Behandlung. Regelmässige tägliche Gymnastik, wöchentlich 3 Bäder 25° 3 Minuten mit kurzer kalter Douche. Morgendliche Abreibungen. (Nach jedem Bade und nach jeder Abreibung bemerkt Pat. Ausfluss.)

Dreimal wöchentlich Elektrisation:

1) Rücken-Perineum, stabil $\frac{2,5}{50}$, An. hinten, Ka. vorn, 2 Minuten.

2) Perineum-Symphyse galv.-far. 2 Minuten.

Nach der vierten Elektrisation war kein Ausfluss mehr bemerkbar. Es wurden noch 6 weitere Elektrisationen angewandt. Leider habe ich später nichts mehr von dem Pat. gehört.

4) Die Hysterie.

Was bei der Hysterie von allen andern Mitteln gilt, das gilt auch von der Elektricität — sie sind insgesammt unzuverlässig, thun in dem einen Falle Wunder, im andern lassen sie im Stich, keines hat die Bedeutung eines wirklichen Heilmittels.

Mit Hilfe einiger Aufschlüsse, die uns die Anwendung der Hypnose bei Hysterischen für die Auffassung dieser merkwürdigen Krankheit geliefert hat, sind wir in die Lage gekommen, den engen Zusammenhang von somatischen und psychischen Symptomen, bezugsweise die unmittelbare Abhängigkeit der anscheinend körperlichen Leiden von krankhaften seelischen Vorgängen besonders zu würdigen.

In diesem Zustand Hysterischer mag auch die unberechenbare Wirkung einer jeden an ihnen vorgenommenen *elektrischen* Procedur ihre Erklärung finden, denn nicht der *heilende* Einfluss des elektrischen Stromes als solcher, wie

wir ihn z. B. bei Erkrankungen der Muskeln und peripheren Nerven u. s. w. kennen gelernt haben, kommt hierbei in erster Linie zur Geltung, sondern vorzugsweise die individuelle krankhafte Auffassung des Patienten, welche sich mit den Fragen beschäftigt, ob wohl die Elektricität „helfen“ wird oder nicht, ob sie mehr leisten wird als andere Mittel, in welcher Eigenschaft der Elektricität der heilkräftige Factor zu suchen sei u. s. w. mehr.

Je nachdem diese Fragen im günstigen oder ungünstigen Sinne beantwortet werden, und je nachdem die andern Factoren, welche wir heutzutage unter dem Namen „psychische Behandlung“ zusammenzufassen gewohnt sind, nebenbei auf die in falschen Bahnen sich bewegenden Gedanken einen guten Einfluss ausüben oder nicht, wird auch der Erfolg einer elektrischen Behandlung ausfallen. Die Heilwirkung der Elektricität scheint bei Hysterischen vorzugsweise auf psychischem Umwege vor sich zu gehen; vielleicht erfüllt dieselbe bei der Behandlung der Hysterie ihre Aufgabe damit, dass sie durch zweckmässig angebrachte periphere Reize in dem psychischen Reflexcentrum Erregungen auslöst, welche sich als heilsame moleculare Bewegungen auf die erkrankten motorischen, sensiblen oder vasomotorischen Nervenbahnen fortpflanzen. Der moderne Ausdruck für diesen Vorgang ist das Wort: Suggestion (vgl. auch S. 222 ff.).

Wenn man sich gewöhnt, die elektrische Behandlung der Hysterie von diesem Gesichtspunkt aus aufzufassen, gewissermassen als einen Vorwand zu einer unausgesetzten psychischen Beeinflussung des Patienten, so wird man sich manchen Irrthum und viele Enttäuschungen ersparen.

Jedoch soll hier vor der Auffassung ausdrücklich gewarnt werden, welcher man häufig begegnet, dass es beispielsweise für eine Neuralgie bei einer Hysterischen ganz gleichgiltig ist, wie und wo man die Elektroden ansetzt, welche Stromdichten man anwendet, und ob man die Sitzung 2 oder 10 Minuten dauern lässt, — ganz im Gegentheil: auch bei der Hysterie gehört es zu den alltäglichen Beobachtungen, dass die Wirkungen der Elektrotherapie um so besser ausfallen, je minutiöser sie gehandhabt wird.

Mit einer elektrischen Allgemeinbehandlung, von der man sich theoretisch eigentlich grossen Erfolg versprechen müsste, erreicht man bei der Hysterie verhältnissmässig wenig. Damit soll nicht gesagt sein, dass nicht gelegentlich die allgemeine Faradisation oder die centrale Galvanisation bei körperlich heruntergekommenen Individuen am Platze ist. Auf die allgemeine Franklinisation in Form des Bades oder der Douche hat man nach den aus der „Salpêtrière" stammenden Berichten von Charcot und seinen Schülern grosse Hoffnungen gesetzt, und in der That sind auch von vielen andern Autoren bestätigende Erfolge damit erzielt worden.

Im Allgemeinen wird die elektrische Behandlung der Hysterie eine rein symptomatische sein, sodass es sich darum handelt, bald eine Hemianästhesie, bald eine Lähmung oder Contractur, bald neuralgiforme Schmerzen, Ovarialschmerz, Asthma, Globus u. s. w. zu beseitigen. In der Methode soll man nicht von den allgemeinen Regeln abweichen, beachte jedoch, dass für gewöhnlich diejenigen Methoden den Vorzug verdienen, bei welchen, des psychischen Eindrucks wegen, der Patient die Application des Stromes wirklich empfindet, sodass also hier der faradische Pinsel und die Franklin'schen Büschel- oder Funkenströme die grösste Rolle spielen werden, während der galvanische Strom diesmal in den Hintergrund gedrängt wird.

Wendet man den letztern an, so muss man bei sehr empfindlichen hysterischen Personen mit der Stromdichte auf die Hälfte, ja bis auf $^1/_{10}$ des Durchschnitts heruntergehen.

Alle Schmerzen, Anästhesien, Hyperästhesien, Neuralgien werden ebenso wie die Lähmungen, Contracturen und localen Krämpfe nach den allgemeinen Regeln behandelt.

5) Bei der Chorea und der Chorea electrica ist mit der Anwendung der Elektricität nicht viel Seide zu spinnen. Einzelne Erfolge sind von einem Verfahren berichtet worden, welches der centralen Galvanisation (vgl. S. 240) mehr oder weniger ähnlich sieht, und welches insbesondere die Schmerzdruckpunkte an der Wirbelsäule, wie sie häufig bei der

Chorea vorkommen, zu Angriffspunkten wählt. Da es sich meistens um Kinder handelt, so verwende man zuerst den vierten Theil der angegebenen Durchschnittsstromdichte und steigere vorsichtig die Stromstärke in den folgenden Sitzungen.

Die Beobachtungen über die Wirkungen der Franklinisation sind noch spärlich. In einem Falle sehr heftiger Chorea bei einem Mädchen von 9 Jahren sah ich eine sehr deutliche Beruhigung der Zuckungen während und nach einem positiven Franklin'schen Bade (vgl. S. 254) von 10 Minuten Dauer. Dies wäre wohl auch die Methode, welche sich für die Chorea am meisten empfehlen würde. In dem erwähnten Falle blieb es leider bei dem ersten Versuch.

Aehnliches wie für die Chorea gilt für eine Reihe von andern Erkrankungen des Nervensystems, bei denen ebensowenig wie bei dieser Sitz und Natur des Leidens mit Sicherheit festgestellt werden kann. Demgemäss muss auch die Elektrotherapie dabei im Dunkeln tappen.

6) Bei der Paralysis agitans sollen in frischen Fällen mit einer Art von centraler Galvanisation gute Erfolge erzielt worden sein; in alten lässt die Elektricität ebenso wie alle andern Heilmittel im Stich (vgl. die Monographie von Heymann über Paralysis agitans, Berlin 1888), jedoch kann man zuweilen durch eine centrale Galvanisation mit geringen Stromdichten die Kranken von den schmerzhaften Sensationen in den rigiden Muskeln befreien, ihnen bessern Schlaf und Appetit verschaffen, auch auf den Tremor und die Muskelunruhe günstig einwirken, wie ich es selber in mehreren Fällen gesehen habe. Heilungen dieser Krankheit durch den elektrischen Strom dürften wohl noch nicht beobachtet worden sein.

Eulenburg rühmt die elektrischen Wasserbäder, Charcot und Ballet die günstige Wirkung des Franklin'schen Büschelstromes mit zeitweisen Funkenentladungen insbesondere auf den Tremor; wie lange dieselbe vorgehalten, wird nicht gesagt.

7) Die Tetanie, welche sich durch anfallsweise auftretende *tonische* Krämpfe in gewissen Muskelgebieten

charakterisirt, und deren Entstehungsursache uns ebenso schleierhaft ist wie das Wesen dieser eigenthümlichen Krankheit, bietet besonderes Interesse durch die dabei regelmässig vorzufindenden Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit, die Erb zuerst constatirte. Nach v. Frankl-Hochwart (Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 43, Heft 1) ist die galvanische Erregbarkeit der Nerven regelmässig erhöht; in einer nicht grossen Zahl der Fälle ist auch die faradische Erregbarkeit erhöht; die galvanische Muskelerregbarkeit ist meistentheils normal.

Zur Coupirung eines Anfalls soll die Anode stabil auf dem betreffenden Nervenstamm, die Kathode auf indifferenter Stelle (sternum) ruhen. Zur Behandlung wird im übrigen die Galvanisation des Rückenmarks und die labile Galvanisation der betreffenden Nervenstämme empfohlen.

8) Bei der Athetosis wird eine centrale Galvanisation und labile galvanische Behandlung der erkrankten Extremitäten zur Besserung des Leidens anzuwenden sein. Das gleiche gilt von dem Paramyoclonus multiplex (Friedreich).

9) Von der elektrischen Behandlung der Epilepsie haben nur sehr wenige einige Erfolge rühmen können. Macht man den Versuch, so bediene man sich der centralen Galvanisation oder des Franklin'schen Bades und sei sehr vorsichtig!

10) Die Beschäftigungsneurosen.

Unter diesem Namen werden bekanntlich eine Reihe localisirter Erkrankungen einzelner Muskelgruppen oder Organe zusammengefasst, welche durch erhöhte Ansprüche an die specifischen Leistungen derselben hervorgerufen worden sind. Zuweilen liegt der localen Erkrankung ein allgemeines Leiden, meistens neurasthenischer Natur, zu Grunde; doch scheinen auch ganz isolirte und unabhängige Formen vorzukommen.

Je nach dem Beruf wechselt die Beschäftigungsneurose das Organ, welches sie heimsucht. Dem Schmied erlahmt die Hand, mit der er den Hammer schwingt, dem Schreiber gehorcht die Feder nicht mehr, der Klavierspieler greift auf den Tasten fehl, der Violinist und Harfenist auf den

Saiten, die Melkerin wird in den gewohnten Handgriffen gestört, die Tänzerin verliert die Macht über die Bewegungen ihrer Füsse, der Auctionator bemüht sich vergebens um die gewohnte Entfaltung seiner Schreistimme, und die Sängerin fühlt plötzlich, dass sie nicht mehr der Töne Meisterin ist.

In allen solchen Fällen handelt es sich um eine Ueberanstrengung des betreffenden Organes, welche sich zuerst in einer Ermüdung, Erschlaffung oder Erlahmung, mit einem Wort in motorischen Störungen zu äussern pflegt. Es folgen oder gehen schon Hand in Hand mit ihnen sensible Erscheinungen wie Schweregefühl, Parästhesien und Schmerzen. Schliesslich treten krampfartige Zustände der befallenen Organe auf und die Krankheit ist in das Stadium getreten, nach dem sie gewöhnlich benannt wird: Schreibkrampf, Klavierspielerkrampf u. s. w.

Das Wesen dieser Erkrankung soll einer sehr verbreiteten Ansicht zufolge in einer Coordinationsstörung zu suchen sein, d. h. einer Störung, von welcher die normale Fähigkeit des zweckmässigen Zusammenwirkens einzelner Organe oder Organtheile betroffen ist. So plausibel auch diese Ansicht sein mag, so ist damit für die Localisation des Leidens, dem ersten Erforderniss für eine gute elektrische Behandlung, wenig gesagt, und wir müssen uns hier, wie schon oft, allein auf die aus der Erfahrung gezogenen Lehren verlassen.

Es ist Thatsache, dass eine dem Falle angepasste elektrische Behandlung in den ersten Stadien der Krankheit vortreffliche Resultate liefert, d. h. wirkliche Heilungen zu Stande bringt. Darin stimmen die meisten Beobachter überein. Die Prognose wird um so schlechter, je länger der Fall ohne zweckmässige Behandlung hingeschleppt wird. Deshalb versäume man nicht, gleich in der ersten Zeit der Erkrankung den Patienten einer elektrischen Kur zu unterziehen, bevor er mit dem vergeblichen Gebrauch von Salben und Einreibungen viel köstliche Zeit vergeudet hat. Nur eine von verständiger Hand ausgeführte Massage, verbunden mit activer und passiver Gymnastik, vermag in solchen Fällen noch ähnlich gute Resultate zu erzielen.

Es ist überflüssig, die Therapie jeder einzelnen dieser Krankheitsformen besonders zu schildern; es richtet sich dieselbe nach einem gemeinsamen Princip, welches mit Recht die Behandlung des ganzen motorischen Apparates von den Muskeln bis zur Hirnrinde verlangt (Erb). Es haben sich also in allen diesen Fällen zwei Methoden zu einer einzigen zu combiniren: die locale mit der allgemeinen Behandlung.

Der letztern wird durch eine centrale Galvanisation oder in Fällen von gleichzeitiger offenbarer Neurasthenie mit schwacher Musculatur auch durch die allgemeine Faradisation Genüge gethan. Dabei sind Bäder und Gymnastik gleichzeitig in Anwendung zu ziehen, während von dem Gebrauch innerer und äusserer Medicamente nur selten ein Vortheil zu erwarten sein dürfte.

Die locale Behandlung besteht in einer labilen Galvanisation des betroffenen Gliedes, welche allen andern Methoden bei weitem vorzuziehen ist. Ausgeführt wird dieselbe genau nach den auf S. 228 gegebenen Regeln. Diese Methode passt auch für diejenigen Fälle, in denen sich sensible Symptome in den Vordergrund drängen. Man gehe über die dort angegebene Stromstärke und Sitzungsdauer, zumal in den ersten Sitzungen, nicht hinaus. Oft genug, wenn die Behandlung recht wirksam war, kann man gleich nach der ersten Galvanisation eine Besserung der Schrift u. s. w. constatiren.

Eine monographische Behandlung des Schreibkrampfes stammt von Lallemand (De la crampe des écrivains et de son traitement. Thèse de Paris 1887). Eine Aufzählung der hierhergehörigen Litteratur findet man u. a. in dem Lehrbuch der Nervenkrankheiten von Hirt.

Krankengeschichten findet man in meinen „Elektrotherapeutischen Studien“.

Beobachtung 31.

Mai 1892. Frau P. . . ., 50 J. (Beobachtung des Herrn Dr. Buschan-Stettin.)

Beschäftigungsneurose?

„*Schwäche* des rechten Armes, Kribbeln in den Finger*spitzen*, motorische Punkte spontan und auf Druck schmerz-

haft. Nebenbei hysterica. Deshalb am 20. Mai allgemeine Faradisation. Kein Erfolg. Am 24. Mai mit Anode-Blei-Elektrode, 10 Elemente, 0,5—1 MA. Arm 1—2 Minuten lang gerieben. Sogleich nach der Sitzung fühlte die Kranke den Arm ganz leicht. Blieb schmerzfrei bis 28. Mai. Dieselbe Therapie: ausserdem Anode auf Schmerzpunkte je $^1/_2$ Minute. Dieselben MA, schmerzfrei bis 9. Juni.

Pat. hat wegen dieses Leidens schon Jahre lang „herumgedoktert“; sie sieht einen so bedeutenden Fortschritt, dass sie den Erfolg in einer öffentlichen Danksagung veröffentlichen will.“

VI. Gehirnkrankheiten.

Ueber die verschiedenen Methoden der Gehirngalvanisation, deren muthmassliche Wirkung und die durch Erfahrung gestellten Indicationen ist bereits auf S. 233 genug gesagt worden. An dieser Stelle gilt es nur, für die elektrische Behandlung einiger organischer Gehirnerkrankungen noch wenige besondere Vorschriften zu geben.

Hauptsächlich ist es die durch Embolie oder Apoplexie verursachte Hemiplegie mit den bekannten Symptomen, bei welcher auch selbst von Aerzten, die nur in seltensten Fällen elektrisiren, der bestaubte Inductionsapparat hervorgeholt wird, um dem Patienten zu zeigen, dass seine Muskeln noch einer lebhaften Bewegung fähig sind. Vielleicht wirkt eine solche Procedur, wie es in manchen Fällen nicht geleugnet werden kann, günstig auf reflectorischem Wege, vielleicht ist es auch nur der psychische Eindruck der schönen Muskelzuckungen, welcher eine bessere Beweglichkeit des gelähmten Gliedes hervorbringt. Indessen soll hier nachdrücklich davor gewarnt werden, bei Hemiplegikern in frischen Fällen starke, mit intensiver Hautreizung verbundene Faradisation anzuwenden. Die dadurch ausgelöste Reflexwirkung auf die Centralorgane kann dabei so stark sein, dass sie üble Folgen und dauernde Störungen des vorher vielleicht noch mässig guten Allgemeinbefindens hinterlässt. Schon Duchenne hatte damit schlechte Erfahrungen gemacht und rieth deshalb, bei frischen Hemiplegien Ströme

mit seltenen Unterbrechungen anzuwenden, die nicht so stark hautreizend und reflexerregend wirken.

Andere Symptome der Hemiplegie, wie die Anästhesien, Contracturen u. s. w., werden nach den allgemeinen Regeln behandelt; für hyperämische Zustände giebt es wohl bessere Mittel wie die Elektricität.

Soll der Krankheitsheerd im Gehirn, sei es eine Apoplexie, Embolie, ein Tumor u. s. w., in der Hoffnung, durch die Beseitigung oder Herabminderung der causa efficiens auch die Symptome zu bessern, beeinflusst werden, so bediene man sich der Galvanisationsmethoden, wie sie auf S. 233 beschrieben worden sind, und zwar bemühe man sich, den Ort des muthmasslichen Krankheitsheerdes in die directe Verbindung beider Elektroden zu bringen.

Zu diesem Zweck muss man über die Lage der wichtigsten Gehirntheile in Beziehung zur Schädeloberfläche Bescheid wissen; man muss wissen, wo man die Elektroden anzusetzen hat, um den gyrus centralis, die innere Kapsel, das Sprachcentrum oder die medulla oblongata mit dem durch den Schädel geleiteten Strom zu treffen.

Deshalb werden einige Angaben darüber wünschenswerth sein. Die nebenstehenden Figuren, welche dieselben illustriren sollen, sind so zu gebrauchen, dass beide durchsichtigen Seitenflügel auf die Mittelfigur umgelegt werden. So ergiebt sich von selbst die Projection der einzelnen Stellen der Schädeloberfläche auf die darunter liegenden äussern und innern Gehirntheile.

Die betreffenden Zeichnungen sind dem „Handbuch der topographischen Anatomie" von Prof. Merkel entnommen, von dem leider nur der erste Band erschienen ist. Auch in der Schilderung der Topographie, welche diesen Figuren als Commentar dienen soll, folge ich dem genannten Autor.

Nach Merkel findet man die Theilungsstelle der Fossa Sylvii in den vordern und hintern Schenkel (Fig. 74e) 4—4,5 cm über der Mitte des Jochbogens, ganz in der Nähe derjenigen Stelle, an der Os parietale, der grosse Flügel des Keilbeins (Fig. 74d) und die Schuppe des Schläfenbeins zusammentreffen. Ein wenig nach hinten

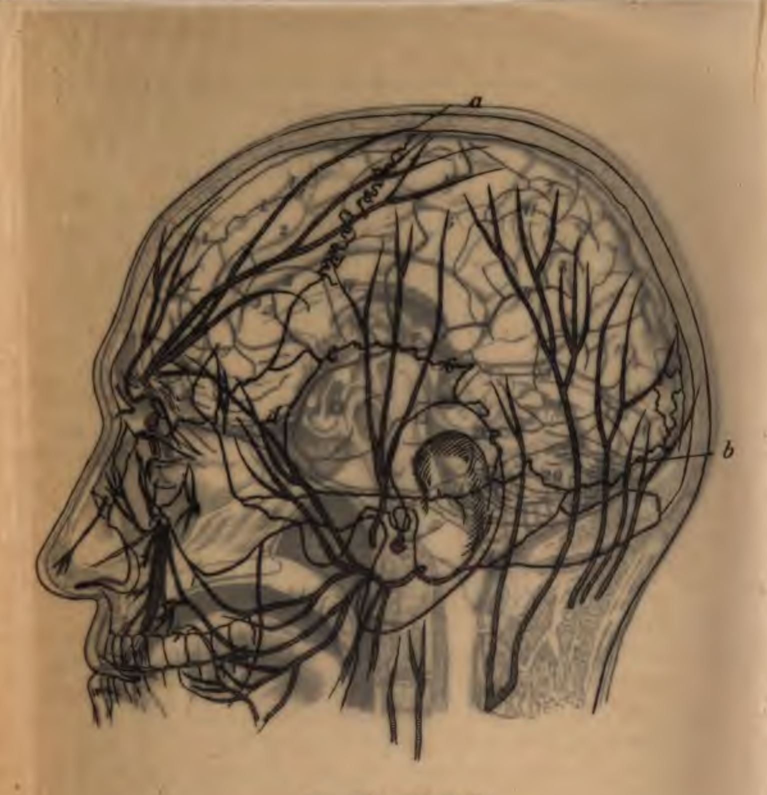


Fig. 75. (Merkel.)
Schädel mit Knochennähten und oberflächlichen Nerven.
a. sutura coronaria.
b. sutura lambdoidea.
c. sutura squamosa.
d. ala magna des Keilbeins.
e. Teilungsstelle der fossa Sylvii.

Fig. 76. (Merkel.)
Oberfläche der Grosshirnhemisphäre.
5. 6. vordere [illegible] Centralwindung.
2. Gyrus frontalis inferior.
8. Gyrus supramarginalis.
20. Cerebellum.

mit seltenen Unterbrechungen anzuwenden, die nicht [illegible] stark hautreizend und reflexerregend wirken.

Andere Symptome der Hemiplegie, wie die Anästhesie, Contracturen u. s. w., werden nach den allgemeinen Regeln behandelt; für hyperämische Zustände giebt es wohl bessere Mittel wie die Electricität.

Soll der Krankheitsheerd im Gehirn, sei es eine Apoplexie, Embolie, ein Tumor u. s. w., in der Hoffnung, durch die Beseitigung oder Herabminderung der Causa efficiens auch die Symptome zu bessern, beeinflusst werden, so bediene man sich der Galvanisationsmethoden, wie sie S. [illegible] beschrieben worden sind, und zwar bemühe man sich, den Ort des muthmasslichen Krankheitsheerdes in die directe Verbindung der Elektroden zu bringen.

In diesem Zweck muss man über die Lage der wichtigsten Gehirntheile in Beziehung zur Schädeloberfläche Bescheid wissen; man muss wissen, wo man die Elektroden anzusetzen hat, um den gyrus centralis, die innere Kapsel, das Sprachcentrum oder die medulla oblongata mit durch den Schädel geleiteten Strömen zu treffen.

Deshalb werden einige Angaben darüber willkommen sein. Die nebenstehenden Figuren, [illegible] illustriren sollen, sind so zu gebrauchen, dass beide durchsichtigen Seitenflügel auf die Mittelfigur umgelegt werden. So ergiebt sich von selbst die Projection der einzelnen Stellen der Schädeloberfläche auf die darunter liegenden äussern und innern Gehirntheile.

Die betreffenden Zeichnungen sind dem „Handbuch der topographischen Anatomie" von Prof. Merkel entnommen, von dem leider nur der erste Band erschienen ist. Auch in der Schilderung der Topographie, welche diesen Figuren als Commentar dienen soll, folge ich dem genannten Autor.

Nach Merkel findet man die Theilungsstelle der Fossa Sylvii in den vordern und hintern Schenkel (Fig. 74e) 4—4,5 cm über der Mitte des Jochbogens, ganz [illegible]er Nähe derjenigen Stelle, an der Os parietale, der [illegible]e Flügel des Keilbeins (Fig. 74d) und die Schuppe des [illegible]läfenbeins zusammentreffen. Ein wenig nach hinten

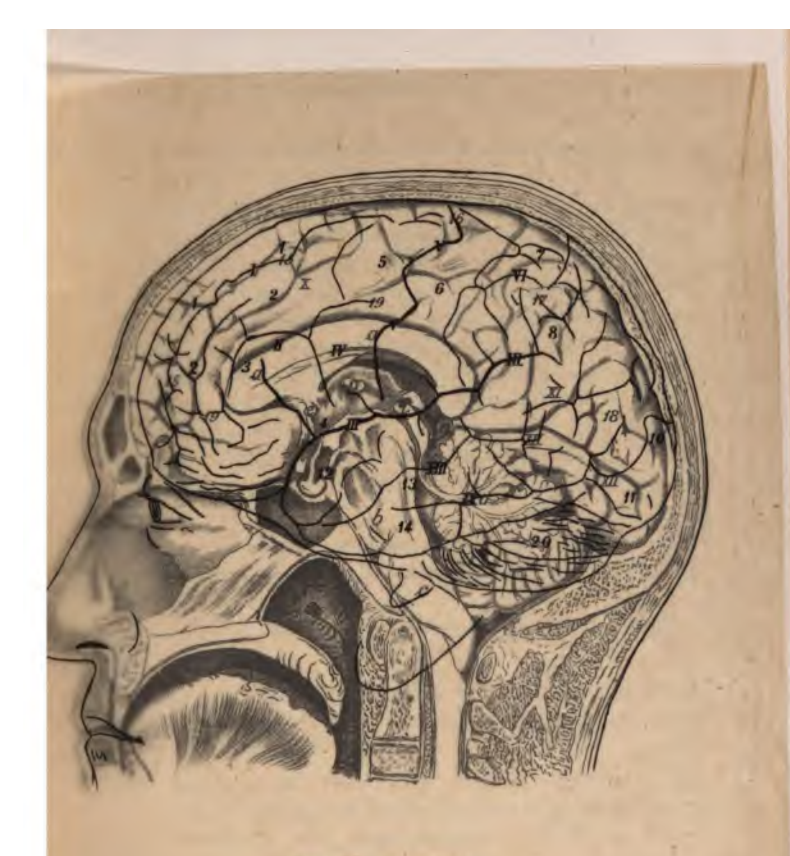


Fig. 76. (Merkel.)

Oberfläche der Grosshirnhemisphäre.

5. 6. **vordere und hintere Centralwindung.**
III. III. **fossa Sylvii.**
V. V. **sulcus centralis.**
12. **Gyrus temporalis superior.**
13. **Gyrus temporalis medius.**
14. **Gyrus temporalis inferior.**
1. **Gyrus frontalis superior.**
2. **Gyrus frontalis inferior.**
8. **Gyrus supramarginalis.**
20. **Cerebellum.**

Fig. 77. (Merkel.)

Sagittalschnitt des Schädels und Gehirns.

aa. Balken.
b. Pons.
c. Medulla oblongata.
d. Kleinhirn.
e. commissura anterior.
g. commissura media.
k. commissura posterior.
m. Thalamus.
n. corpora quadrigemina.

mehr reguliren. Ausserdem hat man von der Faradisation nicht die übeln Folgen zu befürchten, welche bei Anwendung des kalten Wassers so oft beobachtet werden, und unter denen z. B. Erkältung ein so häufiges Vorkommniss ist. Niemals ist indessen der inducirte Strom ein Kräftigungsmittel im eigentlichen Sinne des Wortes, noch weniger kommt ihm irgend eine nachweisbare specifische Leistung zu. Wo man diese letztgenannten Wirkungen erzielen will, muss man sich daher des galvanischen Stromes bedienen.

Auch den galvanischen Strom lässt Arndt nicht durch das Gehirn gehen, sondern er leitet ihn auf peripherische Nerven und auf das Rückenmark, und zwar hat er die besten Erfolge vom absteigenden Strom gesehen.

Die periphere Galvanisation wird in der Regel mit der des Rückenmarks oder bisweilen auch mit Galvanisation des Kopfes verbunden; sie ist besonders für solche Fälle indicirt, wo 1. entweder nachweisbar oder mit grösster Wahrscheinlichkeit die Psychose mit oder nach einer Neuralgie eingetreten ist und durch sie unterhalten wird (Reflexpsychosen), und 2., wo die bestehenden Symptome mit dem Eintritt peripherischer Affectionen, Herzklopfen, Brustbeklemmung, Larynxkrämpfen u. s. w. sich verschlimmern. In solchen Fällen galvanisirt man z. B. den schmerzenden Nerven resp. den Vagus. Wo solche peripherische Affectionen fehlen, oder wo sie nur als excentrische Projectionen zu betrachten sind, wird das Rückenmark allein galvanisirt.

Von der Galvanisation des Gehirns kann man sich nur in solchen Fällen Erfolg versprechen, wo man Grund hat, vasomotorische oder rein functionelle Störungen ohne tiefgreifende organische Veränderungen zu vermuthen; ausserdem kommt die Dauer des Leidens in Betracht, indem man in der Regel nur bei frischen Fällen Erfolge erzielen wird. Dass die Diagnose mit Rücksicht darauf, ob eine anatomische Veränderung vorliegt oder nicht, mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist, weiss jeder Psychiater, und es mag wohl darin grossentheils begründet sein, dass die mit der Elektricität erzielten Resultate so auf-

fallend von einander abweichen. Dennoch wird es in vielen Fällen bei genauer Berücksichtigung aller Erscheinungen möglich sein, den Grund der Affectionen zu erkennen und demgemäss zu handeln.

Die Elektricität erweist sich ferner als ein werthvolles symptomatisches Mittel bei der Behandlung von Geisteskrankheiten. Sie wirkt bei richtiger Anwendung als ein Sedativum und hat vor den ähnlich wirkenden narkotischen Mitteln den Vorzug, dass dieses nicht schliesslich die Ernährung untergräbt, sondern dieselbe eher verbessert. Von grosser Wichtigkeit ist auch die schlafmachende Wirkung des galvanischen Stromes, die zuweilen ganz eclatant hervortritt.

Tigges hat in einer früheren Arbeit sich bemüht, gesetzmässige Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit bei den verschiedenen Psychosen nachzuweisen. Indessen sind diese Untersuchungen nicht mit genügender Berücksichtigung derjenigen Grundsätze vorgenommen worden, welche heutzutage als massgebend angesehen werden müssen; auch ist schon a priori nicht einzusehen, inwiefern psychische Alterationen an sich einen erheblichen Einfluss auf die Gestaltung der elektrischen Erregbarkeitsverhältnisse gewinnen sollten. Die einzige Ausnahme bildet die Dementia paralytica, welche sich nicht selten mit Erkrankungen des Rückenmarks combinirt und dann unter Umständen infolge dieser letzteren gewisse Abweichungen der elektrischen Erregbarkeit darbieten kann.

Grösserer Werth ist auf eine neuere Arbeit von Tigges (Zeitschr. f. Psych. 1885, S. 477) zu legen, welche sich mit der therapeutischen Verwendung der Elektricität bei Geisteskrankheiten beschäftigt. Die Resultate derselben stimmen im wesentlichen mit denen von Arndt überein. Die besten Erfolge erzielte er bei den verschiedenen Formen der Melancholie, besonders der Melancholie mit Stupor, bei welcher manchmal die günstige Wirkung der Elektricität sofort hervortrat. Uebrigens schreibt auch Tigges der Elektrotherapie nur eine symptomatische Bedeutung zu, empfiehlt sie aber in diesem Sinne für sehr verschiedenartige Zwecke.

Sehr wichtig ist zweifellos die Besserung der Schlaflosigkeit, welche durch die allgemeine Faradisation, auch durch faradische Bäder, unter Umständen auch durch Galvanisation am Kopfe herbeigeführt werden kann.

Ferner hat man zuweilen Hallucinationen durch passende elektrische Behandlung beseitigt.

Ob die Dementia paralytica progressiva in ihrem Anfangsstadium der Elektrotherapie eine Chance bietet, erscheint noch zweifelhaft. Jedenfalls ist die Mahnung von Erb sehr zu beherzigen, dass man in den Nervenheilanstalten, wo überhaupt die Initialstadien der verschiedensten Psychosen so vielfach zur Beobachtung kommen, eingehendere Versuche mit der Elektricität machen möge.

Ob die von verschiedenen Autoren ausgesprochene Hoffnung, dass der elektrische Strom sich noch zum souveränen Mittel gegen Psychosen aufschwingen werde, sich erfüllen wird, muss die Zeit lehren; nüchterne und vorurtheilsfreie Beobachtung wird schneller zu diesem Ziele führen als einseitige Schwärmerei; allein wenn es auch nicht gelingen sollte, der Elektricität einen so dominirenden Einfluss zu verschaffen, so wird doch durch dieselbe die dürftige Therapie der Geisteskrankheiten um ein werthvolles Mittel bereichert, welches möglichst auszunutzen die Sorge der Irrenärzte sein möge.

Die vorstehende von Pierson gegebene Darstellung der Elektrotherapie der Geisteskrankheiten, welche im Jahre 1884 geschrieben ist, hat sich noch nicht überlebt.

Aus der letzten Zeit ist eine Arbeit von Morel zu erwähnen (Bulletin de la Société de méd. ment. de Belgique, 1889. Merz, No. 52, S. 27. Ref. im Neurol. Centralbl. 1889, S. 371), in welcher man vor allem die Litteratur dieses Gegenstandes zusammengestellt findet. In einer verhältnissmässig grossen Zahl von Melancholien hatte Merz sehr gute Erfolge mit der Galvanisation. Bei der Manie wurden nur einzelne Symptome gebessert. Paranoia und Dementia gaben schlechte Resultate, bessere die mit Epilepsie, Chorea, Hysterie verbundenen psychischen Störungen. Bei der Paralyse soll die elektrische Behandlung nur in frischen Fällen unter dreimonatlicher Dauer zu empfehlen sein (Heyden).

VIII. Rückenmarkskrankheiten.

Die Methoden der Elektrisation des Rückenmarks haben dem Princip nach schon auf S. 236 ff. ihre Beschreibung gefunden; auch über die muthmassliche Wirkung derselben ist, so viel oder so wenig man darüber weiss, schon früher gesprochen worden.

Die Elektricität hat sich in der Behandlung der Rückenmarkskrankheiten einer besondern Beliebtheit zu erfreuen. Die Gründe dafür liegen nahe: mit andern Mitteln erreicht man dabei gar nichts, mit dem elektrischen Strom in manchen Fällen etwas. Kein Wunder, dass der Arzt schon nach wenig andern vergeblichen Heilversuchen den „Elektrisirapparat“ herbeiholt, um den ungeduldigen Patienten zu beruhigen und dem eignen Drange, alle Hilfstruppen der modernen Medicin ins Feld zu führen, zu genügen. Wie oft stellt er ihn schon nach wenigen Wochen wieder bei Seite!

Hat er keinen Erfolg gehabt, so heisst es: die Elektricität nützt nichts, und geht es ihm öfter so, dann wendet er sie überhaupt nicht mehr an und verfolgt sie mit seiner Missgunst. Aber er bedenkt nicht, dass er ihr doch häufig Unrecht gethan haben dürfte! Er überlegt nicht, dass er mit einer mangelhaften Methode gearbeitet, die mit den grössten Fehlern durchsäet ist: Die Stromstärke hat er nach dem Gutdünken des Patienten abgemessen, womöglich hat er sie, weil dieser es so wollte, bis zu kaum erträglicher Höhe gesteigert; um ihm zu imponiren, hat er recht häufige Wendungen ausgeführt, die den ganzen Körper erschütterten; um sich nicht sagen zu lassen, dass er für seine Kranken keine Zeit übrig habe, hat er ihn 10 Minuten und länger unter dem Einfluss des Stromes sitzen lassen.

Die Methode hat sich mittlerweile sehr geändert. Man arbeitet vor allen Dingen nicht mehr ohne ein absolutes Galvanometer, an welchem man jede Steigerung, Abschwächung und Schwankung des Stromes ablesen kann; es sind auch genug Erfahrungen gesammelt über die im *Einzelfall* anzuwendende Stromdichte und Sitzungsdauer.

die allgemeinen Principien für die Individualisirung der Fälle haben sich etwas geklärt, kurz: die schwanken Füsse, auf welchen die Elektrotherapie früher stand, sind etwas fester geworden und damit die Aussichten auf Heilerfolge grösser.

Wohl am häufigsten kommt die elektrische Behandlung bei der Tabes in Frage. Nützt sie etwas oder nicht?

Eine zweckmässige Anpassung der Behandlung an den Einzelfall vorausgesetzt, führt sie, besonders in den Anfangsstadien dieser Krankheit, wenn erst wenige Monate nach dem Auftreten der ersten Symptome vergangen sind, zu ganz befriedigenden Erfolgen. Darüber sind alle Autoren einig. Ja, es ist sogar über eine stattliche Anzahl von „Heilungen" berichtet worden.

Das Wort „Heilung" hat einen sehr relativen Begriff und die subjective Auffassung des einzelnen dabei den grössten Spielraum. Indessen geht es aus einem von Schultze (Arch. f. Psych. XII. 1882) veröffentlichten Falle deutlich hervor, dass eine Heilung im Sinne des Fehlens aller früheren Krankheitssymptome eintreten kann, und dass trotzdem bei der Section das pathologische Substrat der Krankheit aufgedeckt wird. So wurde bei einem Tabiker, der durch eine „galvanische Behandlung" eine acht Jahre dauernde Besserung und sogar Beseitigung der tabischen Symptome gefunden hatte, nach dem Tode eine deutliche Hinterstrangsclerose constatirt.

Skeptiker könnten ja Zweifel hegen, dass die Galvanisation es war, die den günstigen Einfluss ausgeübt hat; ein unbefangnes Urtheil wird sich der Auffassung des Autors anschliessen müssen.

Ein einziger sicher verbürgter Fall, wie der vorliegende, muss entschieden zur Nacheiferung ermuthigen, und wenn man auch nur selten in seinem Leben so glücklich sein wird, wie Prof. Schultze, so muss schon allein die Aussicht, auf die Symptome günstig einwirken zu können, vor allem die Schmerzen, die Blasenstörungen u. s. w. zu bessern, die Anwendung der Elektricität gebieten.

Die beiden Methoden, welche für die Behandlung der *Tabes* am meisten passen, sind: 1) die stabile Galvanisation des Rückenmarks (vgl. S. 236) und 2) die fara-

dische Pinselung nach Rumpf (vgl. S. 238). Letztere ist besonders für diejenigen Fälle geeignet, bei denen sich sensible Symptome in den Vordergrund drängen.

Bei der Galvanisation des Rückenmarks gehe man über $^1/_{20}$ Stromdichte nicht hinaus, bei den ersten Sitzungen lasse man es sogar bei $^1/_{30}$ oder noch weniger bewenden. Auch galvanisire man nur in zwei Stationen, die zusammen 2 Minuten beanspruchen. Gegen eine Verbindung der Galvanisation des Rückenmarks mit der des Gehirns ist im Allgemeinen nichts zu sagen, doch mache man im Ganzen nicht mehr wie drei Stationen; das genügt vollkommen.

Will man gleichzeitig z. B. noch eine Störung an den Beinen, wie Parästhesien oder Schmerzen, beeinflussen, so geschieht dies am besten durch eine kurze, 2 Minuten lang dauernde faradische Pinselung.

Gegen die lancinirenden Schmerzen gebraucht man entweder die Methode von Rumpf, oder man setzt bei der stabilen Galvanisation des Rückenmarks die Anode auf den dem schmerzenden Nerven entsprechenden centralen Theil und die Kathode statt auf Brust oder Unterleib auf den betreffenden Nerven selbst. In alten, schon Jahre lang dauernden Fällen von Tabes, bei welchen mit den lancinirenden Schmerzen schmerzhafte Parästhesien abwechseln, kann man mit Stromdichte und Dauer höher hinaufgehen (bis $^1/_{10}$ und 5 Minuten), aber es empfiehlt sich dann, die Anode statt auf das Rückenmark auf das centrale Nervenende zu setzen. Bevor man sich jedoch zu der letztern langen Application mit hoher Stromdichte entschliessen darf, muss man durch vorsichtiges Experimentiren erst die Wirkungslosigkeit milderer Methoden erprobt haben.

Die labile galvanische Behandlung der peripheren Nerven ist bei Tabes ebenso wie bei Myelitis, bei multipler Sclerose und bei spastischer Spinalparalyse nicht nur nicht nutzenbringend, sondern sogar schädlich.

Betreffs der eben genannten Krankheiten ist nichts Besonderes mehr hinzuzufügen; es kommen für die elektrische Behandlung derselben keine andern Regeln wie für die Tabes zur Anwendung. Die Stromdichten sind womöglich noch *geringer zu wählen*, in frischen Fällen von Myelitis z. B.

nicht mehr wie $^1/_{50}$ oder $^1/_{40}$. Die faradische Behandlung ist dabei von geringem Nutzen.

Bei den auf spinaler Basis beruhenden Muskelatrophien sind bei zweckmässiger und ausdauernder Behandlung so entschiedene Erfolge der Elektrotherapie von zuverlässigen Beobachtern festgestellt worden, dass die Elektricität unter den dagegen angewandten Mitteln immerhin die erste Stelle einnimmt. Freilich muss man mit einem Erfolg nach jahrelanger Behandlung zufrieden sein; die Hoffnungen sind von vornherein nicht zu hoch zu stellen, aber bei der absoluten Aussichtslosigkeit jeglicher andrer Medication kann man zu einem Versuch mit der elektrischen Behandlung dringen und mit gutem Gewissen rathen.

Auch bei den spinalen Muskelatrophien, der Poliomyelitis ant. acuta (Kinderlähmung), der Poliomyelitis ant. chronica (progressive Muskelatrophie) und den verwandten Krankheitsformen giebt es keine bedeutsame Abweichung von den oft genug aufgestellten Regeln. Der Behandlung des locus morbi folgt noch eine besondere Berücksichtigung der atrophirten Muskeln, für welche eine labile Galvanisation am zweckmässigsten ist (vgl. S. 228).

Zweierlei hat man dabei zu beachten, nämlich: 1) dass ein Herausgehen über die allgemeinen Regeln zu so hohen Stromdichten, dass lebhafte Contractionen der atrophischen Muskeln ausgelöst werden, schädlich wirkt, und 2) dass man, bei der Combination der stabilen Rückenmarks- mit der labilen Extremitäten-Behandlung in einer Sitzung, bei der letztern die Elektrode nicht wieder einer Stelle des Rückenmarks aufsetzen darf, die man eben einer schonenden stabilen Galvanisation unterzogen hat. Man wählt als Platz für die Anode entweder einen ganz indifferenten Ort oder besser den plexus der betreffenden Extremität.

Beobachtung 33.

Februar 1891. Herr S . . . . ., 44. J. (Aus „Elektrotherapeut. Studien". Fernau, Leipzig 1891.)

Tabes oder Pseudotabes.

Grosser Mann mit schwacher Musculalur, gelblicher *Gesichtsfarbe*, giebt an, dass er von morgens früh bis abends

spät in anstrengender Weise auf den Beinen sein muss und auch häufig Erkältungen ausgesetzt ist.

Linke Pupille ist grösser als die rechte, die letztere hat eine ovale Form, mit den Spitzen nach oben und unten, beide reagiren auf Lichteinfall sehr schnell. Das Gesicht soll gut sein, ermüdet aber leicht. Die Gesichtsmusculatur scheint rechts etwas schwächer wie links; an der Zunge bemerkt man fibrillären Tremor.

Die motorische Kraft beider Arme ist gut, Tremor beider Hände deutlich, bei intendirten Bewegungen ein wenig verstärkt.

Die motorische Kraft der Beine etwas geschwächt, jedenfalls ist das Besteigen eines Stuhles unsicher. Der Gang mit geschlossenen Augen unsicher, schwankend; es tritt ein eigenthümliches Balanciren ein, das besonders von den Hacken besorgt wird. Dabei gerathen die Extensoren des Fusses und der Zehen in continuirliche unsichere Bewegungen. Romberg'sches Symptom deutlich. Ataxie der Beine ausgesprochen.

Subject. Gefühl soll früher unter den Fusssohlen taub gewesen sein. Jetzt keine Sensibilitätsstörungen.

Patellar-Reflexe fehlen.

Von Zeit zu Zeit unfreiwilliger Urinabgang.

Die Nägel der Zehen sind sämmtlich verkrüppelt, besonders die der grossen Zehe, an welcher Fett und Musculatur vollkommen zu fehlen scheinen.

Pat. giebt an, dass bereits vor 10 Jahren an der grossen Zehe von Zeit zu Zeit Wunden entstanden seien, welche sich abwechselnd schlossen und dann von neuem aufbrachen.

Ich muss es den sachverständigen Lesern überlassen, ob sie hier eine Tabes mit Sicherheit diagnosticiren wollen, oder nur eine sogen. Pseudo-Tabes annehmen. Ich neige mehr zu letzterer Ansicht.

Die ersten Galvanisationen bei diesem Pat. wurden mit der Stromdichte $\frac{1,0}{50}$ ausgeführt. Gleich nach den ersten Sitzungen besserte sich eine gewisse Steifig-

keit des Rückens und die gürtelartigen Schmerzen, über die Pat. geklagt hatte, und damit auch das Allgemeinbefinden.

Nach einer längeren Pause wurde die Galvanisation wieder aufgenommen und zwar diesmal mit $\frac{0,5}{50}$ 1 Minute. Pat. giebt von selber an, dass er sich seit dieser Zeit — selbstverständlich hat er von der stattgehabten Aenderung der Methode keine Ahnung — ganz bedeutend besser fühle. Insbesondere soll sich der Stuhlgang geregelt haben, und die kolikartigen Schmerzen im Unterleib, über welche Pat. häufig zu klagen gehabt, sowie der spontane Urinabgang sollen ganz aufgehört haben.

Am 21. September 1891 — nach längerer Pause der Galvanisation — sehe ich den Pat. wieder, der auffallend frisch und wohl aussieht. Das Allgemeinbefinden soll sehr gut sein, sodass er das anstrengende Geschäft ohne Beschwerde versehen kann.

Nur in voriger Woche hatte Pat. einmal lancinirende Schmerzen im linken Bein, verbunden mit Blasenbildung an der grossen Zehe, welche indess nicht wie früher drei, sondern kaum einen Tag dauerten.

Im Juni 1892 hat sich nichts Nennenswerthes in dem Zustande des Pat. verändert. Es treten wohl hin und wieder Schmerzen auf, die aber von geringer Intensität und kurzer Dauer sind. Die Arbeitskraft des Pat. ist ungeschwächt und wenig oder gar nicht seit Beginn der Behandlung unterbrochen worden.

Beobachtung 34.

15. Oktober 1890. Frau P . . . ., 36 J.

Tabes.

Grosse, stark gebaute Frau mit bleichen leidenden Gesichtszügen. Musculatur schlaff. Auf der Haut überall zahlreiche erweiterte Venenstämmchen.

Eine Schwester leidet an Kopfschmerzen und allerhand nervösen Störungen. Ein Bruder erkrankte Anfang Juni 1892 in Folge von Ueberarbeitung unter den Symptomen der progressiven Paralyse.

Seit 10 Jahren verheirathet, keine Kinder, Periode regelmässig.

Vor 13 Jahren starke Durchnässung und Erkältung (Einbrechen beim Schlittschuhlaufen).

Ein Jahr später stellten sich lancinirende Schmerzen in beiden Beinen ein, die anfallsweise, zuerst seltner, später immer häufiger, an schlechten Tagen alle 10 bis 15 Minuten auftraten. Solche Schmerzattacken dauerten 8 bis 9 Tage, dann trat eine Ruhepause ein, der ein womöglich noch heftigeres Einsetzen der Schmerzen folgte.

In den nächsten 8 bis 9 Jahren allmähliche Verschlimmerung, in den letzten 3 Jahren insofern Besserung, als die Anfälle seltner auftraten.

Während der ganzen Zeit litt Pat. auch an Kopf- und Rückenschmerzen; die Sehkraft nahm allmählich ab.

Während das Gehvermögen im Allgemeinen keine Schwächung erfahren hat, ist doch der Körper von einer allgemeinen Schwäche und Widerstandsunfähigkeit betroffen worden.

Zeitweise sollen auch Blasenstörungen (incont. urin.) bestanden haben.

Objectiv war nachweisbar: Reflectorische Pupillenstarre, Myosis, rechte Pupille > linke, keine Augenmuskellähmung. Andeutung des Romberg'schen Symptoms, keine Sensibilitätsstörungen, Westphal'sches Zeichen.

Es würde zu weit führen, die Behandlung und deren Resultat in allen Einzelheiten zu schildern, deshalb nur in Kürze folgendes:

Die Pat. wurde damals durch unsägliche Schmerzen veranlasst, in die Poliklinik zu kommen, und es wurde mit der Galvanisation des Rückens 1,0 MA, etwa dreimal wöchentlich, begonnen. Es trat sehr bald Besserung ein.

In der Folgezeit wurde sehr unregelmässig galvanisirt, zuweilen 2, 3, 4 Wochen hinter einander, mit ebenso langen Pausen.

Eine Episode aus dem Juni 1891 sei erwähnt. Pat. kam mit sehr starken lancinirenden Schmerzen, die am Tage vorher begonnen hatten, in die Poliklinik. Dieselben sind auf *eine Stelle* des linken Oberschenkels beschränkt,

die sich heiss anfühlt und zahlreiche erweitere Venen aufweist. Die erste Galvanisation $\frac{0,5}{50}$, An. auf der schmerzhaften Stelle, hatte einen augenblicklichen aber nur sehr kurz dauernden Nachlass der Schmerzen zur Folge. Nach der zweiten Galvanisation dauern die Schmerzen noch bis zum Abend an und verschwinden dann. Pat. macht selber darauf aufmerksam, dass solche Anfälle früher acht Tage und länger gedauert hätten.

Fasst man heute (Juni 1892) das Resultat der 22 monatlichen galvanischen Behandlung (etwa 50 bis 60 Sitzungen), in welche sich hin und wieder ein hydrotherapeutischer, selten ein medicamentöser Eingriff mischte, zusammen, so ist festzustellen, dass der subjective Krankheitszustand zum mindesten nicht schlechter geworden ist. Im Gegentheil: die Schmerzen sind bei weitem nicht so heftig und so lange andauernd, die Sehkraft ist besser geworden, jedoch ist je nach der Witterung, nach dem Einfluss von Gemüthsbewegungen u. s. w. häufiger Wechsel bemerkbar; das Gehvermögen ist unverändert gut; die Function der innern Organe hat keine besondere Störung erlitten. Objectiv dagegen hat sich keine Veränderung der damals aufgezeichneten Symptome vollzogen; reflectorische Pupillenstarre, Kniephänomen etc. genau so wie es gewesen.

Beobachtung 35.

November 1888. Herr K...., 46 J. (Aus „Elektrotherapeut. Studien". Fernau, Leipzig 1891.)

Tabes.

Grosser kräftig gebauter Herr mit gelblich blasser Gesichtsfarbe, ziemlich guter Haut und Musculatur. Reflectorische Pupillenstarre, Westphal'sches Zeichen, selten spontaner Urinabgang, Appetit und Stuhlgang zufriedenstellend, Gürtelgefühl, zuweilen Kopfschmerz (Gefühl, als ob das Gehirn sich schüttelte), Ohrensausen von Zeit zu Zeit. *Vor allem* Schlaflosigkeit: sobald sich Pat. in's Bett legt, *überfällt* ihn eine innere Erregung; tritt wirklich Schlaf

ein, so ist derselbe höchst unruhig und dauert nur 2 bis 3 Stunden.

Besonders das letztere Symptom, meint der sehr intelligente sich selber beobachtende Patient, habe sich durch mehrere von einem bekannten Neurologen ausgeführte Galvanisationen, bei welchen er starke Schläge und Lichtblitze in den Augen verspürt, verschlimmert; aber auch die anderen Symptome seien im rapiden Zunehmen begriffen. Die Schlaflosigkeit bekämpfe er durch feuchte Leibumschläge, welche gute Dienste leisteten. Im Uebrigen sei sein Körper so empfindlich, dass er ihm z. B. keine kalten Waschungen, oder doch nur Waschungen kleiner Theile zumuthen dürfe. Das Gefühl von Schwere und Taubheit in den Füssen sei höchst lästig und mache ihm das Gehen zur Qual.

Behandlung. Im November und December 1888 wurden zusammen 18 Galvanisationen vorgenommen und zwar in fünf Stationen, die sich folgendermassen vertheilten:

1. Rücken-Perineum $D = \frac{3}{50}$ 2 Minuten.
2. Rücken-Symphyse $D = \frac{3}{100}$ 2 Minuten.
3. Rücken-Magengegend $D = \frac{3}{100}$ 2 Minuten.
4. Nacken-Hals $D = \frac{0,5}{50}$, Hals $\frac{0,5}{20}$ rechts und links je 1 Minute.
5. Nacken-Stirn $\frac{0,5}{100}$ 1 Minute.

Schlaf und Allgemeinbefinden wurde schon nach den ersten Sitzungen gebessert. Pat. ist sehr zufrieden. Das Gürtelgefühl ist auf eine Stelle der Lendenwirbelsäule beschränkt.

Ende December und Anfang Januar 1889 lässt der Schlaf wieder viel zu wünschen übrig. Die elektrische Behandlung wird ausgesetzt.

März 1889. Wiederaufnahme der Behandlung mit noch schwächeren Strömen und kürzerer Sitzungsdauer. Das Nähere habe ich mir damals leider nicht notirt. Jeden-

falls ist die Notiz bemerkenswerth: „erster Tag nach der Sitzung schlecht, zweiter und dritter gut". Nur zwei Galvanisationen.

Februar 1890. Alte Klage über *Schlaflosigkeit*. Zuweilen *Ohrensausen*; eine Zeit lang, im Frühjahr, war dasselbe sehr stark, verschwand im Sommer und ist jetzt, wenn es auftritt, sehr lästig.

Sehr häufige, fast allnächtliche *Pollutionen*, verbunden mit starker *Erection*, während die Potenz im Uebrigen erloschen ist. Ganz *verloren* haben sich die früheren Kopfschmerzen.

Behandlung. 10. Februar 2 Stationen.

1. Rücken $\not\uparrow \frac{2}{70}$ 2 Minuten.

2. Hals $\frac{0,5}{20}$ auf jeder Seite 1 Minute.

Nach der Sitzung bis zum Abend Stirnkopfschmerz, der sich über den Kopf nach hinten hinüberzog und abends im Bett aufhörte. Besserer Schlaf.

13. Februar.

1. Rücken $\not\uparrow \frac{2}{70}$ $^3/_4$ Minute.

2. Hals An. vorn $\frac{0,5}{50}$ auf jeder Seite $^3/_4$ Minute.

15. Februar. Erste Nacht nach der Galvanisation fünfstündiger Schlaf, zweite Nacht schlechter. Unruhe und Klopfen im „rechten" Ohr.

Nach einer dritten Galvanisation schläft Pat. 4 Stunden in der Nacht, darauf 3 Stunden, aber etwas unruhiger. Appetit ist schlecht, Beine steif, besser nach kurzer Bewegung. *Letzte Pollution vor 10 Tagen*.

20. Februar. Noch eine gleiche Application.

Dann zweimal: 1. Rücken-Nacken $\not\uparrow \frac{2}{70}$ 1 Minute.

2. Nacken-Stirn $\not\uparrow \frac{1}{50}$ $1^1/_2$ Minute.

Pat. meint, dass ihm der Strom so besser bekomme. In der letzten Nacht hat er wieder 6 Stunden geschlafen, *und das* Gefühl, als ob das Gehirn geschüttelt würde, *verloren*.

27. Juni 1890. Allgemeinbefinden ganz zufriedenstellend, nur seit 8 Tagen ist der Schlaf wieder schlecht.

1. Rücken-Nacken $\ddagger \frac{1,5}{70}$ 1 Minute.

2. Nacken-Hals $\ddagger \frac{0,5}{50}$ je $^1/_2$ Minute auf jeder Seite.

Vom December 1890 bis März 1891 im Ganzen 21 Galvanisationen. Von der Behandlung des Kopfes und des Halses wurde ganz abgesehen, nur der Rücken elektrisirt, und zwar so, dass, während die Ka. in der Magengegend stabil blieb, die An. in zwei Stationen von je 1 Minute von der Cervikalanschwellung nach der Lendenanschwellung wanderte. Jede Sitzung dauerte anfänglich 2 Minuten, späterhin nur $1^1/_2$ Minuten (jede Station $^3/_4$ Minute) und wurde in der letzten Zeit nur einmal, höchstens zweimal wöchentlich vorgenommen. Mit der Stromdichte wurde allmählich von $\frac{1}{50}$ auf $\frac{0,75}{50}$ und $\frac{0,5}{50}$ heruntergegangen.

Während dieser letzten Behandlungsperiode vollzog sich eine evidente Besserung: ein nächtlicher Schlaf von 5 bis 6 Stunden war gewöhnlich, Kopf- und andere Schmerzen traten nur sehr vorübergehend auf, es konnten mehrstündige Spaziergänge ohne Anstrengung gemacht werden, und das Allgemeinbefinden war im letzten Winter so gut wie es seit drei Jahren nicht mehr gewesen.

Am 30. Oktober 1891 ist in der Krankengeschichte notirt:

Pat. kommt heute wieder und erzählt, dass er seit zwei Jahren keinen Sommer so gut verbracht habe wie den letzten, obwohl er keine Badereise gemacht und überhaupt nichts (von Medicamenten etc.) gebraucht habe. Er habe ohne Beschwerden drei bis vier Stunden lang der Jagd obliegen können, habe wohl hin und wieder Schmerzen im Rücken oder in den Beinen, diese seien aber sehr unbedeutend. Er wäre jetzt überhaupt noch nicht wiedergekommen, wenn nicht der Schlaf mitunter viel zu wünschen übrig liesse.

Pat. erzählt fernerhin, dass auch die Pollutionen nach-

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Wochen waren die Gesichtsschmerzen verschwunden, etwas später schwand der Gürtelschmerz. Leise Anzeichen davon traten jedoch bei und trotz der fortgesetzten Behandlung wieder auf. Damals setzte ich sofort jede Behandlung aus, und nach etwa 8 Tagen war Pat. auf dem alten guten Standpunkt. Es wurde nunmehr eine gelinde Wasserbehandlung vorgenommen und dieselbe mehrere Monate fortgesetzt. Im Verlauf derselben stellten sich noch einige Male die alten Schmerzen im Trigeminus wieder ein, welche indess stets durch wenige Galvanisationen beseitigt wurden.

Anfang Mai 1891 hatte Pat. seine Arbeit als Schriftsetzer, bei welcher er 10 Stunden hinter einander tagtäglich zu stehen hat, wieder aufgenommen. Die objectiven Symptome haben sich nicht geändert. Indess hat er keine Schmerzen mehr, die Sehschärfe, welche eine Zeit lang stark darnieder lag, hat sich gebessert, und abgesehen von einer Schwäche und Steifigkeit in den Beinen, die sich besonders nach der Ruhe äussert, erfreut er sich grossen Wohlbefindens (Ende Juni 1891).

Nach einer Zeit von 13 Wochen trat leider in Folge der damals sehr ungünstigen Arbeitsverhältnisse eine unfreiwillige Pause ein, an welche sich gleich der Setzer-Strike anschloss. Inzwischen machte die Obticus-Atrophie Fortschritte, so dass Pat. zur Zeit mit dem linken Auge wenig oder gar nichts mehr sieht, während das rechte der Anstrengung der Sehkraft, welche mit der Arbeit des Setzers verknüpft ist, kaum mehr gewachsen sein dürfte. Der Pat. befindet sich demnach in der traurigen Lage, durch die Schwäche der Augen seiner Arbeitskraft beraubt zu sein, während der übrige Körper verhältnissmässig leistungsfähig geblieben ist.

Beobachtung 37.

Ganz kurz möchte ich noch eines andern sehr typischen Falles von Tabes gedenken, der neben hochgradiger Ataxie, fehlenden Kniephänomenen, reflectorischer Pupillenstarre, incontinentia urinae zeigte als das Symptom, von welchem die Patientin am meisten belästigt wurde. Nach im Ganzen etwa zehn Sitzungen entzog sich die Patientin, der wohl

der weite Weg nach der Poliklinik zu beschwerlich sein mochte, der Behandlung, jedenfalls war nach den ersten vier bis fünf Galvanisationen, bei welchen bei $\frac{0,5}{50}$ und einer Minute Dauer die An. über den untern Rückenwirbeln und die Ka. über der Magengegend stand, so viel erreicht worden, dass die Pat. bei Tag und bei Nacht ganz normalerweise ihren Urin halten konnte.

Mit den wenigen hier angeführten Fällen von Tabes möchte ich nur zu dem Beweise beitragen, dass die von mir empfohlene Behandlungsmethode mit ganz schwachen Strömen und verhältnissmässig wenig Sitzungen nicht so schlechte Resultate liefert — nach meiner eignen Erfahrung sogar viel bessere als die alte Methode. Wie schlecht es oft geht in Fällen, die nach der letztern behandelt wurden, davon habe ich in meinen „Elektrotherapeutischen Studien“ Seite 99 ff. einige Beispiele gebracht.

Ob man damit Tabeskranke heilen kann, das ist eine noch offene Frage, die ich vorläufig verneinen mag; jedenfalls ist man im Stande, eine Reihe von Symptomen damit zu bessern oder zu heben — und auch das ist werthvoll.

IX. Augenkrankheiten.

Die Anwendung der Elektricität in der Augenheilkunde hat wenig Verbreitung gefunden, eine Thatsache, die um so merkwürdiger ist, als die Litteratur vortreffliche Heilresultate bei Augenkrankheiten in Fällen aufweist, die man von andern Behandlungsmethoden nicht hätte erwarten dürfen.

Die elektrische Behandlung von Augenkrankheiten müsste dem Augenarzt überlassen werden, der in den meisten Fällen eine bessere Controle über den Verlauf derselben wird ausüben können. Freilich muss von jenem aber auch verlangt werden, dass er auf dem grossen Gebiete der Elektrotherapie im weitesten Sinne besonders gut Bescheid *weiss*, dass er mit den physikalischen und chemischen *Vorbegriffen* vollkommen vertraut ist und mit dem absoluten

Galvanometer ebenso gut umzugehen versteht, wie mit dem Augenspiegel.

Da die Lehrbücher der Augenheilkunde die Elektricität als Heilmittel mehr oder weniger vernachlässigen, so mangelt bisher auch eine übersichtliche Zusammenstellung der Litteratur. Dieselbe ist verstreut in Jahresberichten, Zeitschriften und Archiven, und wer auf diesem Gebiete eine Arbeit unternimmt, wird sich selber alles sorgsam zusammensuchen müssen. Für den Beginn werden die Litteraturangaben von E. Remak in seinen Artikeln „Elektrodiagnostik“ und „Elektrotherapie“ in Eulenburg's Realencyklopädie genügen. Es ist der Erwähnung werth, dass die Elektricität in der Augenheilkunde bereits eine monographische Bearbeitung gefunden hat, welche freilich schon aus dem Jahre 1876 stammt: Boucheron, Essai d'Elektrothérapie oculaire. Paris 1876.

Bevor auf den therapeutischen Theil eingegangen wird, mögen noch einige physiologische und diagnostische Bemerkungen vorangeschickt werden.

Es ist schon öfters erwähnt worden, dass bei der Application des galvanischen Stromes im Gesicht und am Halse, aber auch an Stellen, die den Augen noch entfernter liegen, bei plötzlichen Stromschwankungen Lichtblitze auftreten, die wohl mit ziemlicher Sicherheit einer directen Erregung der Opticus-Fasern, keinem Reflexvorgang, wie es auch angenommen wurde, ihre Entstehung verdanken.

Die ersten und besten Untersuchungen über diese specifische Reaction des opticus auf den galvanischen Strom rühren von Brenner her, bekannt war dieselbe schon Volta. Brenner (St. Petersburg. med. Zeitschr. 1862. II. S. 25 und Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiete der Elektrotherapie. 2 Bände, Leipzig 1868 u. 1869) stellte den Unterschied der Polwirkungen fest (polare Methode) und beschrieb die physiologische Reactionsformel des opticus, welche bei der Stellung des einen Poles im Nacken und des andern auf dem geschlossenen Auge gewonnen wurde.

Bei KaS entsteht eine Lichtscheibe mit glänzend *blauem Centrum* und gelbgrünem Hof, die bei KaD allmäh-

lich verschwindet, indem das Centrum den Hof einige Zeit überdauert. Gleiche Farben, nur etwas abgeschwächt, liefert die AnO.

Die KaO und AnS geben Lichtbilder mit Vertauschung der Farben von Peripherie und Centrum, also: gelbgrünes Centrum und blauer Hof. Bei AnD vollzieht sich das Erlöschen der Lichterscheinung ähnlich wie KaD.

Neftel (Arch. f. Psych. VIII, S. 415 ff. 1878), der die Angaben Brenner's im Allgemeinen bestätigt, fand sehr grosse individuelle Verschiedenheiten in der Angabe der Farben von Seiten der Versuchsperson; er constatirte auch, dass zuweilen die Farben ganz fehlen und nur Lichterscheinungen auftreten und umgekehrt, sodass er eine stricte Trennung von Licht- und Farbenempfindung für nothwendig hielt und dieselbe auch verschiedenen Organen der retina zuschrieb: jene den Stäbchen, diese den Zapfen.

Neftel fand z. B. keine Lichtempfindung in einem Falle von Paralyse des linken Oculomotorius und Abducens, dagegen sehr deutliche Farbenreaction. Wiederum fehlte die Farbenreaction in einem Falle von Ciliarneurose und einem andern von Hemicranie, der mit Dyspepsie und allgemeiner Schwäche verbunden war.

Die betreffenden Reactionen können auch bei ungewöhnlichen Stromdichten, entweder zu hohen oder zu geringen, eintreten, und Neftel spricht dann entweder von Torpor oder von Hyperästhesie des Opticus. Herabsetzung der Sehschärfe veranlasst Herabsetzung der galvanischen Reaction; es fehlt dieselbe vollkommen bei Amaurose. Neftel beobachtete auch einen entsprechenden Defect der Farbenscheibe bei Hemiopie aus organischer Ursache, während von andern Autoren die gleiche Erscheinung als ein Theil der Hemianaesthesia hysterica constatirt wurde.

Therapeutisch kann vielleicht die Angabe von Neftel, dass die stabile Application der Anode auf dem Auge das Gefühl einer Erhellung und gleichzeitigen verminderten Spannung hervorbringe, Verwerthung finden, wogegen durch die Kathode ein unangenehmes Gefühl, als ob der innere Druck gesteigert sei, hervorgerufen werden soll.

Neftel beschreibt l. c. seine Methode, mit der er bei Retinitis pigmentosa, bei Sclerochorioiditis und Netzhautablösung vortreffliche Erfolge erzielt hat. Er setzt die Ka. auf den Nacken, die An. zuerst stabil auf das eine Auge, behandelt dann labil Stirn, Schläfe und die Unterohrgegend, geht zur stabilen Application auf das andere Auge über u. s. w. Diese Procedur, welche mit den für Behandlung des Gehirns üblichen Stromdichten demnächst ganz ebenso mit der Kathode wiederholt wird, während die Anode stabil im Nacken stehen bleibt, dürfte im Ganzen etwa drei Minuten in Anspruch nehmen. Der gleichen Methode bedient sich Neftel übrigens auch zur Galvanisation des Gehirns.

Die Methode, mit welcher von andern Autoren in ähnlichen Fällen Erfolge erzielt worden sind, weichen im Princip nur wenig von der beschriebenen ab. Je acuter die Fälle sind, um so mehr verdienen stabile Applicationen den Vorzug. Dass eine Beeinflussung des Gehirns in vielen Fällen zweckmässig, dürfte keinem Zweifel unterliegen, im Allgemeinen wird indess auch hierbei der stabilen Galvanisation der Vorrang eingeräumt werden müssen, allenfalls dieselbe noch mit der Galvanisation am Halse verbunden werden.

In solcher Weise lassen sich alle Entzündungen an den verschiedenen Theilen des Auges günstig beeinflussen. Auch Trübungen der Linse und des Glaskörpers sind mittels des elektrischen Stromes beseitigt worden, und bei den vielfach so hartnäckigen Netzhauterkrankungen sind von ersten Autoren vortreffliche Resultate erzielt worden, die zum Nacheifern ermuthigen.

Die Combination der stabilen und labilen Galvanisation des Auges passt auch zur Behandlung der Augenmuskellähmungen und andrer idiopathischer oder symptomatischer Affectionen. Um jedesmal die für den Fall passende individuelle Nüancirung der Methode zu treffen, dafür lassen sich keine speciellen Regeln aufstellen; dieselben müssen durch eigne Erfahrung gelernt werden. Etwaige missglückte erste Versuche können niemals zu Ungunsten der Methode sprechen.

Bei den verschiedenen Formen der Keratitis und Con-

iunctivitis (Trachom), welche ebenfalls nach der Neftel'schen Methode häufig mit Erfolg behandelt worden sind, können unter Umständen auch elektrolytische oder galvanokaustische Eingriffe von Nutzen sein, um Narben oder Geschwüre zu beseitigen. Wer nicht vollkommen mit der Technik vertraut ist und sich durch Studium und Uebung eine gewisse Erfahrung gesammelt hat, der lasse sich lieber auf therapeutische Maassnahmen dieser Art nicht ein.

Die Versuche, welche bisher mit dem Franklin'schen Strom bei Augenkrankheiten gemacht worden sind, sind der Zahl nach so gering, dass sie ein Urtheil über die Bedeutung desselben nicht gestatten.

Nicht zu vergessen ist schliesslich der Elektromagnet, mit dessen Hilfe aus den verschiedenen Theilen des Auges Metallsplitter auf leichte Art entfernt werden können. (Hirschberg, Der Elektromagnet in der Augenheilkunde, Leipzig 1885.)

Litteratur: Schwarz, Ueber die Wirkung des constanten Stromes auf das normale Auge. Arch. f. Psych. XXI, S. 588. 1889.

X. Ohrenkrankheiten.

Die Verwendung der Elektricität als diagnostisches und therapeutisches Mittel in der Ohrenheilkunde beginnt mit den vortrefflichen Untersuchungen Brenner's über die Reaction des acusticus (Untersuchungen und Beobachtungen auf dem Gebiet der Elektrotherapie, 2 Bde., Leipzig 1868 und 1869).

Brenner setzte die eine, etwa 15 cm^2 grosse Elektrode als Kathode auf den äussern Gehörgang, die andere auf die gegenüberliegende Seite des Halses oder die Hohlhand der andern Seite und fand, dass bei allmählich verstärktem Strom zuerst bei KaS eine Klangsensation (Kl) auftritt, welche alsbald die Höhe der Intensität erreicht, um bei KaD allmählich abzunehmen. Wird die Anode auf das Ohr *gesetzt*, so tritt bei erheblich grösserer Stromdichte bei *AnO* (*Ano*denöffnung) eine etwas schwächere Klangsensa-

tion auf, die relativ am stärksten ausfällt, je länger der Strom (als Anodendauer AnD) geschlossen war.

KaO und AnS sind durchaus von keiner Reaction begleitet.

Mehrere solche hinter einander ausgeführte Versuche erhöhen die Erregbarkeit des Nerven (secundäre und tertiäre Erregbarkeit), sodass späterhin nur geringe Stromdichten nöthig sind, um dieselbe Reaction hervorzubringen.

Das stärkste Erregungsmittel des Acusticus sind *Volta*sche Alternativen; zur Auslösung von KaSKl und AnOKl dienen schon verhältnissmässig schwache Ströme, und die Erregbarkeit des Nerven wird durch sie besonders erhöht.

Die durch den galvanischen Strom erzeugte Gehörssensation ist meistentheils ein „Klingen", ein musikalisch bestimmbarer Ton, dessen Höhe bei verschiedenen Individuen schwankt; zuweilen äussert sie sich aber auch als Summen, Zischen, Pfeifen, in noch andern Fällen als eine Skala von Gehörsempfindungen, die vom Summen zum Klingen aufsteigt (v. *Ziemssen*).

Die von *Brenner* so genannte *Normalformel* für *die elektrische Reaction des Acusticus*, welche also abweichend von dem Zuckungsgesetz der Nerven und Muskeln lautet:

KaS—KaSKl
AnS—0
AnO—AnOKl
KaO—0,

verdient den Namen der Normalformel eigentlich nicht. *Normalerweise kann nur in den seltensten Fällen eine Reaction des Acusticus hervorgerufen werden; sie tritt erst bei Stromstärken ein, die im Uebrigen schädliche Einflüsse auf das benachbarte Gehirn ausüben müssen; die Erregbarkeit des Acusticus muss pathologisch gesteigert sein, um auf den elektrischen Strom mit Gehörssensationen zu antworten.* (*Gradenigo*, Archiv für Ohrenheilk. XVII.)

Von den weitern von *Gradenigo* in der citirten trefflichen Abhandlung gewonnenen Resultaten soll hier das Wichtigste hervorgehoben werden.

In pathologischen Fällen haben wir es häufig mit einer Uebererregbarkeit des Acusticus zu thun; schon bei geringen Stromstärken treten die erwähnten Gehörssensationen auf, und zwar der Reihe nach zuerst bei KaS und KaD, dann bei AnO, AnS und AnD und schliesslich bei KaO. Je geringer die Stromstärken, durch welche bereits KaSKl erzielt wird, desto eher ist auf Eintreten auch der andern Reactionserscheinungen zu rechnen, d. h. bei Stromstärken bis 2 MA erscheinen dann alle vier Phasen der Reactionsformel, von 2—4 MA treten Gehörssensationen auf bei KaS, AnO und AnS, von 4—8 MA nur KaS und AnO und schliesslich bei Strömen über 8 MA nur KaS.

Die elektrische Uebererregbarkeit des VIII. steht immer mit schweren hyperämischen oder Reizzuständen des Gehörorgans in Zusammenhang, ohne indess mit ihrem Höhepunkt zusammenzufallen. Krankhafte Vorgänge von nicht entzündlichem Charakter, z. B. die Ausgänge von Erkrankungen des percipirenden Apparates mit oder ohne subjective Geräusche und die Ausgänge von eitriger Entzündung des Mittelohrs mit oder ohne Perforation, oder solche Processe, die zwar entzündlicher Natur, aber in einer gewissen Entfernung vom Acusticus liegen, z. B. Caries des Warzenfortsatzes, sind nicht von einer Uebererregbarkeit des VIII. begleitet.

Nach vielen und kurz hintereinander angestellten Prüfungen kann der elektrische Strom selber eine Uebererregbarkeit hervorrufen. Es zeigt sich dieselbe hier wie auch in andern Fällen, wo es sich um eine einseitige Erkrankung handelt, meist doppelseitig.

Eine Veränderung der sogen. Normalformel, bestehend in dem pünktlichen Eintreten des KaSKl und dem Ausfall des AnOKl zeigt sich nicht selten bei schweren subacuten eitrigen Mittelohrentzündungen und bei der sklerosirenden Otitis, wenn der Process wieder acut geworden ist.

Eine Umkehr der Formel, d. h. das Prävaliren eines AnSKl und eines KaOKl hat Gradenigo zweimal beobachtet, einmal bei leichter Parotitis nach Scharlach, und dann bei subacuter Mittelohrentzündung, wobei das innere Ohr anscheinend gesund war.

Auch qualitative Veränderungen in der Erregbarkeit des Acusticus sind von Gradenigo, der seine Versuche an 225 Individuen in 1260 Sitzungen angestellt hat, nachgewiesen worden.

Von dem gewöhnlichen Verhalten, dass das „Klingen" in den beiden Momenten der grössten physiologischen Reizung, bei KaS und AnO, auftritt, das „Sausen" bei AnS und KaO, giebt es in pathologischen Fällen eine Reihe von Varietäten, die Gradenigo in vier Stufen ordnet:

1) Klingen und Sausen: Klingen, Pfeifen und Sausen können gemeinschaftlich auftreten;

2) Klingen bei den Schliessungen, Sausen bei den Oeffnungen des Stromes;

3) in allen Phasen der Reaction nur Sausen oder Klingen;

4) Umkehr des normalen (d. h. relativ normalen): Klingen bei AnS und KaO, Sausen bei KaS und AnO.

Gradenigo hält es für wahrscheinlich, dass der Acusticus in seinem Stamm und den Verästelungen, nicht im Endapparat durch den elektrischen Strom getroffen werde, und zwar aus folgenden Gründen:

Man erhält gute Reaction bei der schwersten Otitis interna; es findet sich eine beträchtliche Steigerung der Erregbarkeit bei endocraniellen Erkrankungen mit vollkommener Intactheit des Gehörorgans, und schliesslich kann die gleiche Steigerung der Erregbarkeit vorhanden sein bei Erkrankungen sowohl des äusseren, als des mittleren, wie des inneren Ohres, wenn sie nur von schweren hyperämischen Zuständen begleitet sind.

Dies ist ungefähr der Standpunkt, bis zu welchem die Elektrodiagnostik der Ohrenkrankheiten gediehen ist. Ob die Schlussfolgerung Gradenigo's gerechtfertigt ist, dass die elektrische Untersuchung für das Gehörorgan eine ähnliche Bedeutung hat wie die ophthalmoskopische für das Auge — darüber mögen die Fachleute auf diesem Gebiete entscheiden.

Therapeutisch kommen von den Erkrankungen des Gehörorgans für die Elektricität besonders zwei in Frage, nämlich die nervösen Geräusche und die *Schwerhörigkeit.*

Meistentheils wird die äussere Application auf der Ohrmuschel vor dem porus acusticus externus genügen, während die zweite Elektrode der gegenüberliegenden Halsseite aufgesetzt wird. Nur in Ausnahmefällen wird man die von Eulenburg angegebene Ohrelektrode, welche mit einem angefeuchteten Wattebausch bewickelt direct dem Trommelfell aufgesetzt wird, oder andere, besonders construirte Elektroden gebrauchen, welche in den mit Wasser angefüllten äussern Gehörgang eingesenkt werden.

Sollen nervöse Ohrgeräusche beseitigt werden, so pflegt man bei der angegebenen Application, indem man zuerst die Anode und dann die Kathode als differente Elektrode gebraucht, den Strom mittels des Rheostaten so lange einzuschleichen, bis eine Verminderung oder Aufhebung des Geräusches erfolgt, ihn zwei Minuten wirken zu lassen und dann vorsichtig wieder auszuschleichen.

Bei Schwerhörigkeit soll man dieser Application noch Volta'sche Alternativen hinzufügen; auch von der äusseren Anwendung des faradischen Stromes sind gute Erfolge berichtet worden.

In wie weit sich die Hoffnungen auf ganz besonders gute Wirkungen des Franklin'schen Stromes gemäss der Berichte von Benedikt erfüllen werden, ist vorläufig noch nicht zu sagen. Benedikt (Wiener med. Blätter 1885, Nr. 35, und Internat. klin. Rundschau 1888, Nr. 51) erklärt die Franklinisation mit dem von ihm angegebenen Ohrtrichter für das wirksamste Mittel gegen Schwerhörigkeit und Ohrensausen. Die Methode ist an den citirten Stellen angegeben. Einen Fall der gleichen Affection konnte ich unter Anwendung localer Büschelströme bei zuerst 5, schliesslich bis 15 Minuten dauernden Sitzungen, deren Zeit sich auf beide Ohren vertheilte, freilich nach monatelanger Behandlung, sehr erheblich bessern.

Jedenfalls scheint der Franklin'sche Strom auf Ohrerkankungen mannigfacher Art eine erhebliche Wirkung auszuüben, und es ist daher höchst wünschenswerth, dass in dieser Richtung recht viele Versuche angestellt werden.

Litteratur: Schmidt's Jahrbücher 226 p. 190. — *Eichbaum*, Ueber subjective Gehörswahrnehmungen und

deren Behandlung. Berlin und Neuwied, Heuser 1888. — Lumbroso und Coen, Il segno, März 1890. Die Verfasser leugnen jeden Werth der elektrodiagnostischen Acusticus-Reaction, sprechen sich aber günstiger über den therapeutischen Werth des elektrischen Stromes aus.

Anhang. Geschmack und Geruch.

I. Nicht nur bei Reizung der Zungen- und Mundschleimhaut mit dem galvanischen Strom, sondern auch bei andern weit entfernteren Applicationen, wie am Nacken, und selbst am untern Theil des Rückens tritt ein mehr oder weniger intensiver Metallgeschmack auf, welcher allen neueren Erfahrungen zufolge wohl sicherlich durch directe Reizung der Geschmacksfasern hervorgerufen wird. Es kann derselbe übrigens auch nach beendigter Application noch längere Zeit fortbestehen.

Setzt man zwei gleiche Elektroden von 20 cm^2 auf beide Wangen und schaltet 5—6 Elemente ein, so wird man die Seite der Anode an dem metallisch-säuerlichen Geschmack erkennen, der viel intensiver ist als der bitterliche Geschmack auf der Seite der Kathode.

Will man den Geschmack bei muthmasslichen pathologischen Veränderungen desselben auf elektrischem Wege prüfen, so benutzt man dazu (nach Neumann) zwei eng aneinander gefügte isolirte kleine Knopfelektroden, deren jede mit einem Batteriepol verbunden ist, oder setzt die indifferente Elektrode (Kathode) in den Nacken und prüft mit einer kleinen gewöhnlichen Platten- oder Knopfelektrode als Anode nach einander die verschiedenen Regionen der Zunge. Man schaltet 3—5 Elemente ein; die Reaction äussert sich, wie gesagt, durch den Metallgeschmack.

Rosenthal (Arch. f. Psych. IX. 1879, S. 49 ff.) fand z. B. in einem Falle von Tumor des pons, dass der Geschmack in den vordern vom lingualis versorgten $^2/_3$ der Zunge erloschen war. In einem Falle von Hemianaesthesia hysterica war die elektrische Geschmacksempfindung auf der der kranken Seite entsprechenden Zungenhälfte aufgehoben. Bei *rheumatischen und* traumatischen Facialis-Lähmungen sowie

bei Trigeminus-Anästhesien kann man mittels der elektrischen Geschmacksprüfung ähnliche Befunde von partieller Hypogeusie oder Ageusie erheben.

II. Die Versuche von Ritter und später von M. Rosenthal in Wien, durch elektrische Reizung eine specifische Reaction des N. olfactorius hervorzubringen, hatten ergeben, dass bei sehr starken Strömen von 20 Siemens-Elementen die KaS von einem ammoniakalischen, die KaO von einem säuerlichen Geruch begleitet ist; desgleichen machte AnO ammoniakalischen Geruch, während AnS spurlos vorüberging.

Aronsohn (Verhandl. d. physiol. Gesellsch. z. Berlin, 9. Jahrg. 1884) hat unter E. Remak's Leitung mit einer neuen Methode jene Versuche aufgenommen. Er senkte eine eichelförmige Nasenelektrode in die mit physiologischem Wasser von 38 ° C. gefüllte Nase ein und empfand bei geringen Stromdichten von 0,1 MA aufwärts bei Stromschwankungen einen specifischen, stets gleichen Geruch, der zuerst bei KaS, dann bei AnO auftrat u. s. w., ganz analog der Formel für den Acusticus.

Wie sich dieser specifische Geruch in pathologischen Fällen verhält, ist bisher noch nicht ermittelt worden.

XI. Frauenkrankheiten.

Die Abneigung oder Indifferenz der Gynäkologen gegen die Anwendung der Elektricität in ihrem Fache ist bis heute nicht viel geringer wie bei den Augenärzten in dem ihrigen.

Auch in der Gynäkologie weist die Litteratur viele Beobachtungen elektrotherapeutischer Erfolge von Seiten anerkannter Autoren auf. Es basirten dieselben früher zum grössten Theil auf der vortrefflichen Beeinflussung eines musculösen Organs wie des Uterus durch den faradischen Strom, zum kleinern auf der menstruationsbefördernden Wirkung constanter Ströme.

In neuerer Zeit beginnt in der elektrisch-gynäkologischen Behandlung ein frischeres Leben durch eine von *Apostoli* in Paris eingeführte neue Methode, welche durch

eine Art von elektrolytischen Wirkungen innerhalb der Uterushöhle ausgezeichnetes leisten soll; ja es hat den Anschein, als ob diese Methode, in der Hand eines erfahrnen und geschickten Gynäkologen, im Stande sein dürfte, eine grosse Anzahl althergebrachter frauenärztlicher Proceduren aus der Praxis verschwinden zu lassen und die in den letzten Jahren so sehr ausgebildete operative Therapie zu beschränken.

Will man die Musculatur des Uterus aus diesem oder jenem Grunde erregen und zur Contraction bringen, so kann man sich dazu vorzugsweise zweier Methoden bedienen. Bei der ersten wird eine Uterus-, besser zu nennen Vaginalelektrode (vgl. S. 118) in die Vagina bis zur Portio eingeführt, während eine grosse indifferente Elektrode von 100 cm^2 auf dem Kreuzbein oder auf dem Unterleib sitzt. Bei der zweiten benutzt man eine bipolare Uterussonde nach Apostoli, welche in die Uterushöhle eingeführt und mit beiden Polen des Inductionsapparates verbunden wird. Von Apostoli ist auch eine bipolare Vaginalelektrode, die bis zur Portio reicht, construirt worden. Beide sind in einer Broschüre: Sur un nouveau traitement de la métrite chronique et en particulier de l'endométrite par la Galvanocaustique chimique intrautérine, Paris bei Octave Doin 1887, beschrieben.

Man wählt zu einer solchen Faradisation des Uterus eine secundäre Rolle mit möglichst dickem Draht (etwa 1 mm bei ca. 400 Umwindungen) oder, wenn eine solche nicht zur Verfügung steht, den Strom der primären Rolle, welcher durch Aus- und Einschieben des Eisenkerns nach Bedürfniss abgeschwächt oder verstärkt wird. Die Unterbrechungen des Stromes sollen möglichst langsam vor sich gehen, was man durch Herausziehen des Meyer'schen Kugelunterbrechers erreicht. Sobald kolikartige Empfindungen im Unterleib auftreten, ist dies ein Zeichen, dass die erste gewünschte Wirkung erreicht ist. Der Strom bleibt entweder auf dieser Höhe während der ganzen zwei Minuten dauernden Sitzung oder man lässt ihn abwechselnd an- und abschwellen.

Vortreffliche Erfolge sieht man von einer solchen Re-

handlung in allen Fällen, wo nach Geburten oder Aborten eine schlechte Involution des Uterus stattgefunden hat, die sich durch Ausfluss oder Blutungen oder allerhand andere Beschwerden bemerkbar macht. Auch überall da, wo die Substanz des Uterus infolge erschöpfender Krankheiten und Operationen an den Genitalorganen, oder überhaupt bei allgemeiner Anämie u. s. w. in seiner Ernährung gelitten hat und zu amenorrhoischen oder dysmenorrhoischen Zuständen Veranlassung giebt, ist die Faradisation des Uterus angebracht. In diese Kategorie von Erkrankungen müssen auch die Lageveränderungen als Folge von Atrophie des Uterusparenchyms mit einbezogen werden.

Auch in der Geburtshilfe kann diese Behandlung oft mit Erfolg einsetzen, wenn es sich aus besondern Gründen darum handelt, die Wehen zu befördern oder den Geburtsact zu beschleunigen (Tripier und Apostoli). Auf den schwangern Uterus übt die Faradisation von der Portio aus keine gefahrvolle Wirkung, da seine Contractionen niemals die Höhe erreichen, um ein gesundes Ei auszutreiben; etwas anders liegt die Sache bei verletzten Eihäuten oder todten Früchten.

Der Werth der Elektricität für die Einleitung der künstlichen Frühgeburt scheint von sehr zweifelhaftem Werth zu sein.

Auch noch auf einem andern Gebiete eröffnet sich dem Gynäkologen ein weites Feld für eine elektrotherapeutische Thätigkeit, nämlich bei einer Reihe von Schmerzzuständen der Genitalorgane.

Die schmerzstillende Wirkung des faradischen Stromes ist längst bekannt. In der Gynäkologie waren es wieder Tripier und Apostoli, welche die ersten erfolgreichen Anwendungen machten. Nach Broese (Berlin, Deutsche medicin. Wochenschrift 1889, Nr. 51) ist es „vor allem der von den Ovarien ausgehende Schmerz, sei es nun, dass er entzündlicher oder nervöser Natur ist, für welchen der inducirte Strom in den meisten Fällen ein absolut sicheres Heilmittel ist“.

Damit wird die Indication zur Anwendung des fara*dischen* Stromes für den Gynäkologen genügend gekenn-

zeichnet sein. Theorien über die Wirkungsweise sollen vorläufig nicht aufgestellt werden. Jedoch über die Methode sei noch Einiges hinzugefügt.

Handelt es sich um Beseitigung von schmerzhaften Zuständen, so muss man den Strom einer secundären Rolle mit sehr dünnem Draht (0,25 mm) und sehr vielen Windungen (2500—3000) benutzen und den Meyer'schen Kugelunterbrecher und die Stellschraube am Anker so einrichten, dass der Apparat recht viele Unterbrechungen macht, mit einem Wort, einen „schnellschlägigen" Strom benutzen.

Nach Einführung der desinficirten bipolaren Uterussonde wird der Strom durch Heraufschieben der secundären Spirale auf die primäre so allmählich verstärkt, dass die Kranke niemals Schmerz empfindet. Der Strom muss schliesslich so stark wie möglich sein. Die erste Sitzung soll so lange ausgedehnt werden, bis eine deutliche Besserung der Beschwerden angegeben wird, was manchmal schon nach 5, oft aber auch erst nach 10—20 Minuten der Fall sein kann. Die folgenden Sitzungen dauern durchschnittlich 7—10 Minuten.

In einem der von Broese (l. c.) angeführten Fälle genügten vier Sitzungen, um die seit sechs Monaten an chronischer Oophoritis und Perioophoritis leidende Patientin von ihren Schmerzen zu befreien.

War der Cervicalcanal zu eng, um die 4,5 mm dicke Uterussonde einführen zu können, so wurde derselbe mittels der Kathode des constanten Stroms vorher erweitert, wozu manchmal nur eine, in andern Fällen 3 bis 4 Sitzungen nöthig waren. Die mittels dieser Methode erzielte Erweiterung hat im Gegensatz zu andern den Vorzug, bestehen zu bleiben.

Auch bei chronischen Entzündungen in der Umgebung des Uterus, bei den Residuen der Peri- und Parametritis, hat sich der faradische Strom in der erwähnten Weise angewandt als schmerzstillend bewährt; desgleichen können nach Operationen zurückbleibende Narben, welche Schmerzen und Reizzustände verursachen, in gleicher Art mit bestem Erfolge behandelt werden, wie es Broese für einen solchen *sehr schweren Fall* auf's Evidenteste gelungen ist. Liegen

aus irgend einem Grunde Hindernisse vor, die intrauterine Elektrode anzuwenden, so bediene man sich der Vaginalelektrode und applicire die zweite Elektrode auf den Unterleib.

Zu erwähnen sind an dieser Stelle noch die Versuche von Orthmann (Berl. klin. Woch. 1889. Nr. 21) mit dem galvanischen Strom bei Perimetritis und Parametritis. Der faradische Strom scheint in solchen Fällen zu günstigeren Resultaten zu führen.

Ein ganz neues Princip in der elektrischen Behandlung von Frauenkrankheiten wurde durch Apostoli eingeführt. Die neue darauf begründete Methode wird von ihm selber chemische Galvanokaustik (Galvano-caustique chimique) genannt; sie ist vorzugsweise für die chronische Metritis und Endometritis und bei Uterusfibromen angezeigt und besteht kurz in folgendem:

Eine Platin- oder Aluminiumsonde wird in die Uterushöhle eingeführt und mit dem einen Pol der Batterie in Verbindung gesetzt, während der Strom mit einer grossen (400 cm^2), den Unterleib deckenden Elektrode, zu welcher der andere Pol führt, geschlossen wird. Es werden Stromstärken von anfänglich 50 bis späterhin 150 und mehr MA verwandt.

Die Forderung so grosser Stromstärken, wie sie die chemische Galvanokaustik in der Gynäkologie aufstellt, kann durch die gewöhnlichen, auch die grossen Batterien mit 60 Daniell-Siemens-Elementen, nicht erfüllt werden, welche im günstigsten Falle höchstens 50 Milliampère Stromstärke liefern. Deshalb hat man zu diesem Zweck besondere Batterien construiren müssen, die aus durchschnittlich 30 grossen Leclanché-Elementen bestehen. Solche Apparate, wie sie z. B. von Hirschmann in Berlin gefertigt werden, sind entweder stationär, enthalten 30 bis 50 Elemente, Rheostat, Galvanometer, das bis 150 MA anzeigt und zugleich einen Inductionsapparat; ihr Preis schwankt je nach Elementenanzahl, äusserer Ausstattung u. s. w. zwischen 375 und 640 Mark.

Die transportablen Apparate, für welche grosse Zink-Kohle-Elemente verwandt werden, lassen die Elemente in

der Steigerung von 1:1 einschalten — nur solche sind brauchbar — und enthalten ebenfalls ein absolutes Galvanometer. Der Preis derselben schwankt bei Hirschmann zwischen 100 und 250 Mark.

Ein besondrer Vorzug dieser Batterien ist der, dass sie gleichzeitig für jede andere therapeutische und diagnostische Application galvanischer Ströme verwandt werden können; desgleichen dienen sie zu allen andern Methoden der Elektrolyse. Sie sind also auf allen Gebieten der Elektrotherapie verwendbar mit Ausnahme der Galvanokaustik, wozu noch besondere Apparate gehören.

So grosse Stromstärken wie 100 und 150 MA würden bei Verwendung der gewöhnlichen Elektroden bis zu 100 cm² Querschnitt grosse Schmerzen und sogar Aetzungen der Haut verursachen. Deshalb gebrauchte Apostoli eine indifferente Elektrode von sehr grossem Querschnitt, 400 cm², und zwar aus einer Masse, die gut leitend ist und sich den Körperformen genau anschmiegt: aus Thonerde. Hirschmann hat zu gleichem Zweck Elektroden aus leicht biegsamen Bleiplatten construirt, die mit Moosmasse dick gefüttert sind. Auch kann man sich gegebnen Falles sehr gut damit helfen, dass man zuerst ein dick zusammengelegtes feuchtes Handtuch auf den Unterleib legt und darauf irgend eine grossplattige Elektrode applicirt.

Der zweite Pol, welcher als Platin- oder Aluminiumsonde in die Uterushöhle eingeführt wird, macht im Allgemeinen auch bei den grössten Stromstärken den Frauen keine Schmerzen. Apostoli nennt nur zwei Möglichkeiten, die bei verhältnissmässig geringen Stromstärken (unter 50 MA) schon zu Schmerzensäusserungen führen können, nämlich gleichzeitig vorhandene Perimetritis und ein Reizzustand der Genitalorgane, der „irritable“ Uterus, wie er u. a. bei Hysterischen vorkommt.

Die Beeinflussung der Uterusschleimhaut, welche durch die vom Strom durchflossene Sonde hervorgebracht wird, erklärt sich Apostoli als Wirkung der von dem betreffenden Pol elektrolytisch ausgeschiedenen Base oder Säure, welche nunmehr secundär eine kaustische Wirkung auf die Gewebe

entfaltet, sodass sich der Körper durch die aus ihm elektrolytisch hervorgeholten Stoffe gewissermassen selber kauterisirt. Daher der eigne Name „chemische Galvanokaustik“. Jedoch ist es nicht verständlich, weshalb Apostoli diesen Namen dem allgemein für solche Processe üblichen der Elektrolyse vorzieht.

Die Uterussonde hat verschiedene Wirkung, je nachdem der positive oder der negative Pol mit ihr verbunden ist.

Der + Pol, die Anode, ist säurebildend, coagulirend und blutstillend, muss daher bei ulcerativen und hämorrhagischen Formen der Endometritis verwandt werden.

Auch passt er für hartnäckige Formen der Leukorrhoe, wobei zu bemerken ist, dass die Schorfbildung und Abstossung der Schorfe zuerst zuweilen von vermehrter Blutung oder Leukorrhoe gefolgt ist, die aber bei weiterer Behandlung bald schwindet.

Der Aetzschorf der Anode ist weiss, perlmutterartig (nacré) und um so blutloser, je länger die Aetzung gedauert hat.

Der — Pol, die Kathode (pole fluidifiant), erweicht die von ihm beeinflussten Gewebe und wird gebraucht bei der Form der chronischen Metritis, bei welcher musculäre Atrophie und Bindegewebswucherung Hand in Hand geht, desgleichen bei Dysmenorrhoe und Amenorrhoe.

Der Aetzschorf der Kathode ist bläulich weiss und zerfliessend.

Folgende Anordnungen Apostoli's sind bei Anwendung seiner chemischen Galvanokaustik zu beherzigen:

Gründliche Desinfection der Hände und Instrumente.

Ein- und Ausschleichen des Stromes.

Auf der Bauchhaut dürfen sich nicht die geringsten Verletzungen finden; sie müssen vorher mit Heftpflaster überklebt werden.

Sehr sorgsame Einführung der Sonde, ohne Speculum.

Nach Einführung der Sonde muss jeder dadurch verursachte Schmerz aufgehört haben, bevor man den Strom einschaltet.

Der Strom ist sehr langsam, unter Beobachtung der Mienen der Patientin einzuschalten, zuerst nicht mehr wie 20 bis 30 MA, in der ersten Sitzung nicht über 100 MA.

Man darf den Kranken nur einen wirklich erträglichen Schmerz zumuthen.

In den nächsten Sitzungen sind 150—200 MA zu verwenden, nur in Ausnahmefällen auch 250.

Die Dauer der Sitzung beträgt zwischen 5 und 10 Minuten, im Anfang weniger, späterhin mehr.

Während der Sitzung ist öfterer Lagewechsel der Sonde vorzunehmen, sodass jede Stelle der Uterushöhle mit ihr in Berührung kommt.

Nach der Galvanisation ist Ausspülung der Scheide vorzunehmen und ein Jodoform-Tampon einzulegen.

Nach der Sitzung muss mehrere Stunden lang absolute Ruhe gehalten werden. Meistens treten Uterinkoliken danach auf. Die Periode nach der Operation ist oft schmerzhafter, wie die Operation selbst.

Abends nach der Operation tritt meist blutiger Ausfluss ein, der von selbst sistirt, in den nächsten Tagen seropurulenter Ausfluss; dabei sind antiseptische Ausspülungen nothwendig.

Der Coitus ist während der ganzen Behandlung zu vermeiden.

Wöchentlich nur eine bis zwei Sitzungen.

Im Princip durchaus ähnlich ist die Methode der Behandlung der Uterus-Fibrome (Du traitement électrique des tumeurs fibreuses de l'utérus, d'après la méthode du Dr. Apostoli, par le Dr. Lucien Carlet, Paris 1884. — Ueber dasselbe Thema schreibt Délétang [de Nantes], Paris 1889, und La Torre [Rom], Arch. de Tocologie, Dcbr. 1888, Jan. u. Febr. 1889 u. s. w., alle Schüler von Apostoli).

Die Sonde wird intrauterin mit dem + oder — Pol verbunden, je nach den schon oben aufgestellten Indicationen, die sich im Laufe der Behandlung einer Kranken nach einander geltend machen können. Der intravaginale Theil muss, was dort zu sagen vergessen ist, durch einen *Lackanstrich oder einen* Gummischlauch tadellos isolirt sein.

Wenn die Uterushöhle ungangbar ist, so wird mit lanzenförmiger Sonde das Gewebe durchbohrt und mittels des — Poles ein künstlicher Kanal hergestellt (Galvanopunctur).

Ueber Dauer, Zahl u. s. w. der Sitzungen ist dem früher Gesagten nichts weiter hinzuzufügen.

Nach den Berichten von verschiedenen Seiten scheint die Methode in Bezug auf Stillung der Metrorrhagien, Beseitigung der Schmerzen und Verkleinerung der Tumoren Vortreffliches zu leisten.

Litteratur: Behandlung der Frauenkrankheiten mit Elektricität. Bericht von Dr. Osterloh-Dresden (Schmidt's Jahrbücher 1891 Bd. 229, S. 93 ff.). — Dr. H. R. Bigelow, Elektrotherapie der Frauenkrankheiten. Autor. deutsche Ausg. von Dr. Asch. Breslau 1890. — Prof. Ludw. Kleinwächter, Die Grundlinien der Gynäko-Elektrotherapie. Wien, Urban und Schwarzenberg 1892. — Dr. P. Broese-Berlin, Die galvanische Behandlung des Fibromyome des Uterus. Berlin, Fischer's medic. Bchhdlg. 1892.

XII. Elektrolyse.

Der diesem Buche zugemessene Raum gestattet es nicht, die Elektrolyse in der der Wichtigkeit des Stoffes entsprechenden Ausführlichkeit zu behandeln. Ebensowenig kann dies bei der Galvanokaustik und elektrischen Beleuchtung der Fall sein.

Es kann vielmehr nur eine Uebersicht über diese Zweige der Elektrotherapie gegeben werden, woraus sich vor Allem erkennen lässt, in wie weit es dem praktischen Arzte möglich ist, ohne Aufwendung besonderer pecuniärer Opfer für Anschaffung kostspieliger elektrischer Apparate, auch auf einem dieser Gebiete seine elektrotherapeutische Kunst zu bethätigen.

Für eine grosse Zahl elektrolytischer Operationen wird dies gar keine Schwierigkeit haben, da der gewöhnliche constante Strom, wie er in Form der transportablen Batterien zum Besitzthum der meisten Aerzte gehört, dazu vollkommen

ausreicht. Auch an die elektrolytischen Operationen, zu denen grosse Stromstärken gehören, wie zur Zerstörung von Tumoren und zur Behandlung der Metritis, Endometritis und der Uterusfibrome, wird er sich dann heranmachen können, wenn er dem im vorigen Capitel gegebenen Rathe folgt und sich eine Batterie mit grossen Leclanché-, bezw. grossen Zinkkohlen-Elementen anschafft, welche nicht nur allen Anforderungen der Elektrolyse entspricht, sondern auch für die gewöhnliche Elektrotherapie zu gebrauchen ist. Eine „Universalbatterie" ist dies freilich noch immer nicht; Galvanokaustik und elektrische Beleuchtung zu medicinischen Zwecken erfordern noch besondere Batterien.

Die Anwendung der Elektrolyse in der Medicin beruht auf den chemischen Wirkungen des constanten Stromes, auf der Bildung der Ionen, welche, an jedem der beiden Pole verschieden, auch auf das flüssige oder halbfeste Gewebe, mit dem sie in Berührung kommen, eine verschiedenartige Wirkung hervorbringen.

Als Elektroden benutzt man Silber- oder Platinplatten, welche dem kranken Gewebe aufgelegt werden, oder Platinnadeln, um sie in das Gewebe hineinzustechen (daher der alte Name „Galvanopunktur"). Der Stromschluss wird durch eine mit dem zweiten Pol verbundene grosse Platten-Elektrode bewerkstelligt, welche an einer indifferenten Körperstelle applicirt wird.

An der Anode vollzieht sich infolge der Säurebildung eine Coagulation des Gewebes. Die Anode hat somit eine blutstillende Wirkung.

Wenn es sich also z. B. bei Aneurysmen oder Varicen darum handelt, durch Hemmung des Blutstromes den aneurysmatischen oder varicösen Sack zu veröden, das Blut darin zur Coagulation zu bringen, so sticht man eine mehr oder weniger dicke Platinnadel in den Sack hinein und verbindet sie mit der Anode. Die Platinnadel darf nur so weit, als sie im Sack drinsteckt, eine metallische, wirksame Fläche darbieten und muss im übrigen wohl isolirt sein, um die Haut und die anderen Gewebe, welche sie bis zum aneurysmatischen Sack durchbohrt hat, unverletzt zu

erhalten. Die anzuwendende Stromstärke richtet sich nach der Grösse des Aneurysmas; sie kann nach de Watteville 20 bis 30 MA betragen und bis zur Dauer einer halben Stunde einwirken. Zu kleinen Aneurysmen und Varicen werden 5 MA bei 5 Minuten langer Stromdauer genügen. Nach Schluss der Operation hat man die Nadel unter drehenden Bewegungen vorsichtig herauszuziehen, um das an ihr haftende Coagulum allmählich abzustreifen. Der Stichkanal ist an seiner Oeffnung antiseptisch zu verschliessen.

Einer gleichen Anordnung der Pole, wobei die Anode wirksame Elektrode ist, wird man sich bei Angiomen und cavernösen Geschwülsten bedienen, desgleichen bei indolenten oder schmerzhaften Geschwüren, auf welche man die Anode in Form einer Silber- oder Platinplatte wirken lässt, auch bei Hornhauttrübungen, wobei die Anode die Gestalt eines kleinen spatelförmigen Silberplättchens haben muss und die Stromstärke bei einer Dauer von 20 Sekunden nur 0,5 bis 1,5 MA betragen darf.

Die Kathode bringt infolge der an ihr auftretenden Basen eine Verflüssigung des Gewebes hervor, findet also vorzugsweise dort Anwendung, wo es sich um Zerstörung von Neubildungen handelt, z. B. von Warzen, Condylomen, Tumoren aller Art, in welche die Platinnadel einfach hineingestochen und der Strom ganz allmählich so lange verstärkt wird, bis etwas Schaum aus der Einstichsöffnung hervordringt, während die Anode als grosse indifferente Elektrode an einer beliebigen Stelle den Stromschluss besorgt.

Die Radikalepilation wird mit sehr feiner Platinnadel als Kathode ausgeführt. Die Nadel wird bis in die Haarwurzel eingesenkt und der Strom in der Stärke von 0,5—1,0 MA für die Dauer einer halben Minute geschlossen. Auf diese Weisse erreicht man eine vollkommene Zerstörung der Haarwurzel.

Auch für die Behandlung des Lupus ist die Elektrolyse empfohlen worden (Gärtner und Lustgarten). Die wirksame Elektrode ist die Kathode in Gestalt einer Silberplatte, die der kranken Stelle aufgelegt wird. Die Lupusknötchen werden dadurch stark geätzt, während die dazwischen liegende

Haut ihres grossen Widerstandes wegen, den sie dem Strom bietet, unverändert bleibt.

Schliesslich seien noch die Harnröhrenstricturen erwähnt, die nach dem Vorgang von Tripier und Mallez so behandelt werden, dass eine Urethralsonde mit konisch zulaufender metallischer Spitze bis zur Strictur herangeführt und mit dem — Pol verbunden wird. Die Stromstärke wird allmählich auf 5 MA und mehr erhöht und währenddessen die Sonde vorsichtig vorgeschoben, bis die Strictur passirt ist. Der Schorf stösst sich bald ab; die Narbe bleibt elastisch und kann durch Bougiren in der ihr einmal gegebenen Weite erhalten werden.

Wenn auch zu einigen der genannten elektrolytischen Operationen, wie z. B. zu der letztern, eine sehr fein ausgebildete Technik gehört, so zeichnet sich doch die Mehrzahl durch grosse Einfachheit aus und kann gelegentlich vom Arzte mit weniger Schwierigkeit vollzogen werden, als eine Operation mit dem Messer.

Demjenigen, der auf dem Gebiet der Elektrolyse genauere Studien machen will, sei die neuerdings erschienene Monographie von Dr. William Harvey King, 1889, zur Lectüre empfohlen.

Ueber die Elektrolyse in der Gynäkologie ist bereits im vorigen Capitel ausführlich berichtet worden.

XIII. Galvanokaustik.

Bei der Galvanokaustik kommen die thermischen Wirkungen der Elektricität zur Verwendung.

Die bisher geschilderten constanten Batterien und Apparate können zu galvanokaustischen Zwecken nicht benutzt werden. Es gehören dazu zwei bis vier sehr grosse Zink-Kohle-Elemente (diese haben sich bisher am besten bewährt), welche in eine erregende Flüssigkeit, bestehend aus 75 gr Chromsäure + 20 gr schwefelsaurem Quecksilberoxyd + 200 gr engl. Schwefelsäure in 100 gr Wasser gelöst, eintauchen. Die Elemente können bei den von Hirschmann in Berlin neuerdings construirten Batterien für Galvanokaustik (die transportabeln kosten 80 Mark, die stationären je nach

Zahl der Elemente und Ausführung 115 bis 280 Mark) durch eine bequeme Vorrichtung, soweit es nöthig erscheint, in die Flüssigkeit eingesenkt und nach dem Gebrauch sofort wieder emporgezogen werden.

Die Vorzüge einer galvanokaustischen Operation vor dem „Brennen“ mittels Paquelin und andern Methoden kommen da vorzugsweise zur Geltung, wo in Körperhöhlen, z. B. in der Nase und im Rachen, operirt werden muss. Die aus Platin gefertigte galvanokaustische Schlinge wird im gewöhnlichen Zustand um den zu entfernenden Polypen u. s. w. herumgelegt; erst dann, wenn sich der Operateur überzeugt, dass alles gut sitzt, schliesst er durch einen Druck im Handgriff den Strom und zieht nun die Schlinge allmählich fester und fester, bis der Polyp abfällt.

Ueber die Indicationen der Galvanokaustik soll hier nicht gesprochen werden. Die Methodik, wie sie z. B. bei Hals-, Rachen- und Nasenkrankheiten üblich, bedarf einer grossen technischen Vorbildung, die nur im Verein mit dem gründlichen Studium des Specialfaches zu erwarten ist.

Der Schöpfer der modernen Galvanokaustik ist Middeldorpf in Breslau, der seine Studien und Erfahrungen in einem Werke: „Galvanokaustik, ein Beitrag zur operativen Medicin“, Breslau 1854 niedergelegt hat.

Von neueren Werken ist — abgesehen von den vielen Publicationen in fachwissenschaftlichen Zeitschriften — das Lehrbuch von Prof. Voltolini in Breslau zu nennen: „Die Krankheiten der Nase und des Nasenrachenraumes“, Breslau 1888, welches auch eine „Abhandlung über Elektrolyse für Specialisten, Chirurgen und praktische Aerzte“ enthält.

Eine Monographie von Garel: „Electricité médicale, Eclairage et Galvanocaustique“, Paris 1889, behandelt Galvanokaustik zusammen mit der elektrischen Beleuchtung.

XIV. Elektrische Beleuchtung.

Die dazu nöthige Batterie ist die gleiche wie für die Galvanokaustik.

Noch mehr ist von diesem Gebrauch der Elektricität zu medicinischen Zwecken das zu sagen, was vorhin schon

von der Galvanokaustik im Verhältniss zu den Krankheiten der Nase und des Rachens gesagt wurde: die Technik der Beleuchtung von Körperhöhlen ist so untrennbar mit dem Studium des betreffenden Specialfaches verbunden, dass auch hierbei auf die Specialhandbücher und Monographien, wie die eben erwähnten von Voltolini und Garel, verwiesen werden muss. Die Beleuchtung der Harnblase behandelt Nitze (Berlin) sehr ausführlich in seinem „Handbuch der Cystoskopie", Wiesbaden 1889.

Litteratur: Prof. Lewandowski, Das elektrische Licht in der Heilkunde. Wien, Urban und Schwarzenberg, 1892.

Namen- und Sachregister.

A.

B.

C.

D.

F.

G.

H.

J.

M.

P.

Q.

R.

T.

U.

V.

W.

Z.

6.75

